

POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione

(DIGEP)

Tesi di Laurea Magistrale

INNOVAZIONE TECNOLOGICA NEL
SETTORE TESSILE:

Analisi brevettuale del settore



Relatore:

Professore Federico Caviggioli

Candidata:

Chiara Russo

Anno Accademico 2020/2021

Abstract

Nel corso degli ultimi anni l'industria del tessile tradizionale è stata investita da un'ondata di innovazione, che ha modificato le strategie di business fino a creare nuovi prodotti con nuove funzionalità per supportare le esigenze emergenti. Questo ha permesso il consolidamento degli smart textiles, ovvero tessuti innovativi in grado di garantire alte prestazioni.

Il loro campo di applicazione spazia dall'abbigliamento fashion e sportivo, ai settori medico e sanitario, automotive, di interior design, edile ma anche militare e aerospaziale.

L'obiettivo del seguente lavoro di tesi consiste nel condurre un'analisi circa l'attuale stato dell'arte del settore tessile. Lo strumento di indagine sarà il PLR (Patent Landscape Report): attraverso l'analisi brevettuale sarà possibile dedurre la presenza o meno di cluster produttivi e degli ambiti di sviluppo.

Il lavoro è stato diviso in due parti. La prima, relativa al contesto, riporta un overview sul mondo dei tessuti e sulla sua evoluzione. Sarà introdotta la nozione di brevetto e successivamente di PLR. La seconda parte riguarda l'analisi. Nel quarto capitolo sarà discussa la query creata sul database di brevetti scelto e successivamente verranno esplicitate le ipotesi di lavoro, nonché la presentazione del dataset finale. I capitoli successivi sono invece dedicati all'analisi del trend temporale, la geografia, gli ambiti di sviluppo e i maggiori players. L'analisi riguarderà sia l'intero dataset al fine di offrire un overview generale, sia il dataset ristretto a un intervallo di tempo delimitato - dal 2012 al 2021 - al fine di comprendere più nello specifico questa innovazione e il suo andamento negli ultimi anni.

Infine, l'ultimo capitolo trae le conclusioni del lavoro svolto e mira a fornire informazioni utili per lo sviluppo e la produzione di tessuti innovativi.

Sommario

Abstract.....	2
1. Settore Tessile.....	4
1.1. Cenni Storici.....	4
1.2. Definizioni e classificazioni degli Smart Textiles.....	5
1.2.1 Smart Fabrics Passivi	6
1.2.2 Smart Fabrics Attivi	6
1.2.3 Very Smart Fabrics.....	8
1.3 Innovazione e sostenibilità.....	13
1.4 Dati economici settore tessile europeo.....	16
2. Brevetti.....	21
2.1 Cosa sono i Brevetti?	21
2.2 Componenti della documentazione di un brevetto internazionale ...	22
2.3 Classificazione IPC	23
3. Patent Landscape Report.....	25
3.1. Cos'è un PLR.....	25
3.2. Database.....	25
3.3. Ricerca basata sui codici IPC.....	25
3.4. Identificazione delle keyword	26
3.5. Query di ricerca finale.....	27
4. Ipotesi e analisi preliminare dei risultati	29
5. Publication e Application Trend.....	31
6. Geografia	33
7. Players.....	35
7.1 Qualità dei brevetti	41
8. Ambiti Tecnologici.....	45
9. Conclusioni	53
Allegati.....	55
Allegato 1.....	55
Allegato 2.....	57
Allegato 3.....	61
Bibliografia	62

1. Settore Tessile

1.1. Cenni Storici

Fino agli inizi dello scorso secolo, l'uomo ha utilizzato solo fibre e tessuti naturali, sia animali (le pelli) che vegetali (il lino, il cotone). Nel 1935 compare la prima fibra chimica - nello specifico sintetica - prodotta in laboratorio: il nylon. Questa fibra, inventata dall'americano W. Carothers, fu brevettata nel 1937 e commercializzata successivamente nel 1938 dalla Du Pont. Le fibre sintetiche sono frutto della polimerizzazione dei monomeri sintetizzati a partire dal petrolio. Questa famiglia è composta da: poliestere, poliammide (nylon), polipropilene, elastan (spandex), polietilene. Il vantaggio di queste fibre, proprio perché prodotte dall'uomo, è di poter essere formulate con un gran numero di caratteristiche differenti per adattarsi ad ogni necessità. Inoltre, godono di buone caratteristiche meccaniche e resistenza all'usura. Dall'altro lato però il principale svantaggio è non essere biodegradabili quindi, una volta terminato il loro uso, diventano dei veri e propri rifiuti, difficili da smaltire. Fanno parte della famiglia delle fibre chimiche anche le fibre artificiali, spesso confuse erroneamente con le sintetiche. Anche le fibre artificiali sono prodotte in laboratorio, ma la loro base di partenza è una fibra naturale, come ad esempio la cellulosa del legno o i linters di cotone. Da un rapporto di *Statista*, come è possibile vedere dalla *Figura 1*, emerge che la produzione di fibre tessili dal 1975 al 2020 è quasi quintuplicata. Infatti, mentre il 1975 vede una produzione tessile di circa 24 milioni di tonnellate di fibre tessili totali, di cui circa 11 milioni di tonnellate di fibre chimiche, il 2020 registra su 108 milioni di tonnellate di fibre tessili, 81 milioni di tonnellate di fibre chimiche. È chiaro, quindi, come le fibre chimiche dominino il mercato del tessile superando - già dagli anni '90 - la produzione di fibre naturali.

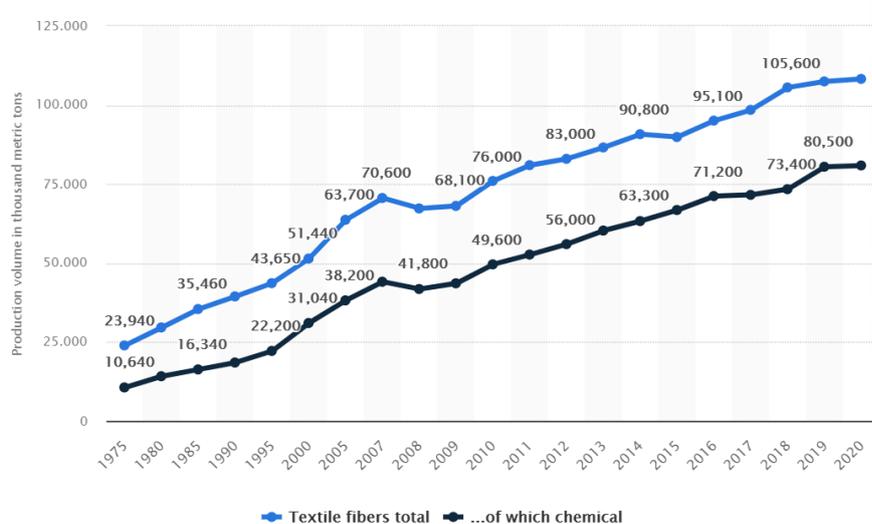


Figura 1. Volume di produzione mondiale di fibre chimiche e tessili dal 1975 al 2020(in 1.000 tonnellate) Fonte Statista

Questo è confermato dall'indagine "Preferred Fiber and Materials Market Report - 2020" svolta da Textile Exchange. Come si evince dalla *Figura 2*, la produzione di fibre sintetiche ammonta a circa 70 milioni di tonnellate (62% dell'intera produzione di fibre), di cui circa 60 milioni di tonnellate sono di solo poliestere. Le fibre manmade, ovvero le fibre artificiali, ricoprono una produzione minore di circa 6,5 milioni di tonnellate. Fra le fibre naturali, invece, la produzione maggiore è rappresentata dalle fibre vegetali, nello specifico, dal cotone (circa 26 milioni di tonnellate). Per ultimo è possibile trovare la produzione di fibre animali, come lana e seta, la cui produzione è più esigua: 1,7 milioni di tonnellate.

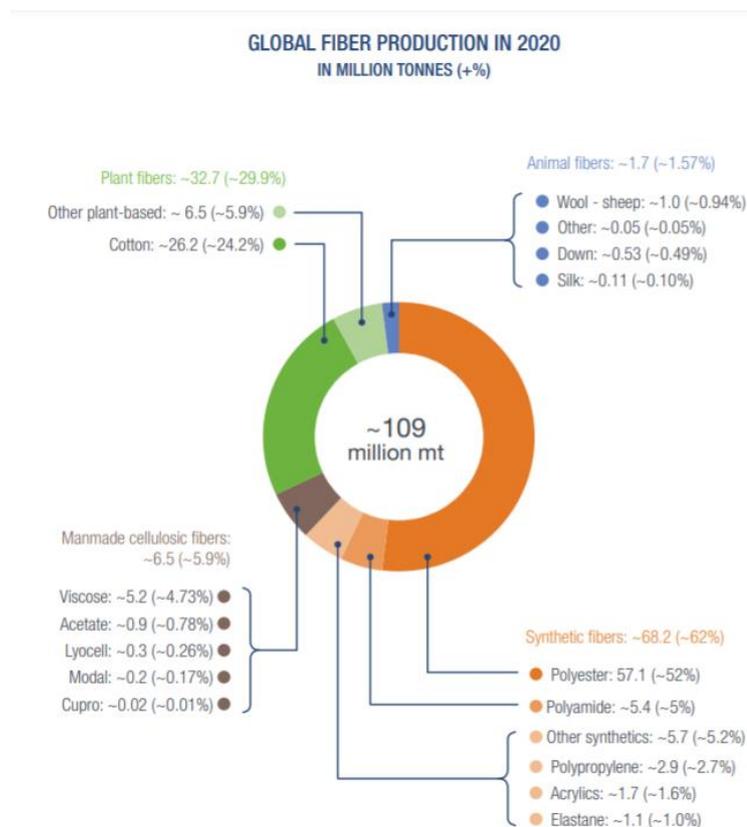


Figura 2. Global fiber production 2020. Fonte: Textile-Exchange_Preferred-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021

1.2. Definizioni e classificazioni degli Smart Textiles

A differenza dei tessuti tradizionali, i tessuti smart rientrano nella categoria dei "materiali intelligenti" ("materials possessing adaptive capabilities to external stimuli" [Rogers]) ovvero materiali capaci di percepire stimoli esterni e convertirli in risposte.

Sono diversi i settori di applicazione dei tessuti innovativi, ma l'abbigliamento rappresenta un ottimo veicolo di tecnologia, in quanto è indossato giornalmente da tutti ed è sempre a contatto con il corpo umano, che rappresenta un sistema pieno di stimoli [Caramés, Lamas].

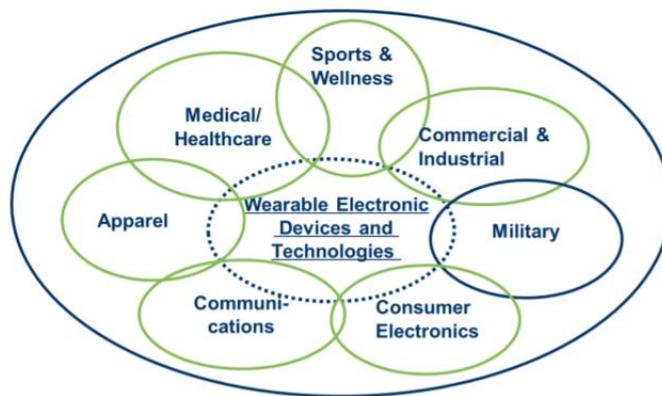


Figura 3. Business areas and applications of wearable electronic devices and technologies. FONTE: IEC

L'esigenza di studiare gli "smart textiles" proviene da diversi ambiti e vede coinvolti attori differenti: se da un lato è possibile trovare chi ne usufruisce (il settore dell'abbigliamento medico, militare, sportivo e fashion) dall'altro invece si collocano i settori più tecnici dove ricercatori, scienziati e ingegneri studiano le proprietà fisiche e chimiche dei materiali al fine di riuscire a dare risposte concrete alle nuove esigenze.

Nei paragrafi successivi è riportata la classificazione dei tessuti smart di Zhang e Tao, professori del Politecnico di Hong Kong: smart fabrics *passivi*, smart fabrics *attivi* e smart fabrics *avanzati* [Zhang, X. X., & Tao, X.].

1.2.1 Smart Fabrics Passivi

La funzione principale degli smart fabrics passivi è l'essere sensori, in quanto sono in grado di percepire i cambiamenti e gli stimoli dell'ambiente esterno. Un esempio sono i tessuti antibatterici, i quali hanno la capacità di offrire protezione, seppur parziale, dagli agenti batterici o i tessuti in grado schermare i raggi ultravioletti, dannosi per la salute.

1.2.2 Smart Fabrics Attivi

Nella classificazione seguono i *tessuti smart attivi* i quali, oltre a rilevare i cambiamenti, riescono a reagire ad essi. Questi tessuti sono dotati non solo della funzione di sensori, ma anche di quella di attuatori, ovvero riescono a cambiare lo stato chimico e fisico del tessuto.

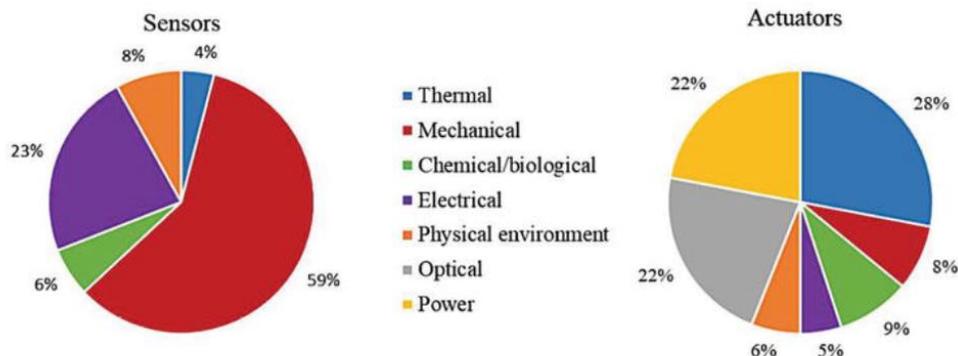


Figura 4. Distribuzione di tecnologie, soluzioni e prodotti relativi a tessuti intelligenti e materiali flessibili in funzione dello stimolo per i sensori (a sinistra) e del segnale di uscita per gli attuatori (a destra). Fonte: Smart Textiles Testing: A Roadmap to Standardized Test Methods for Safety and Quality-Control

Come emerge dalla *Figura 4*, il 59% dei sensori sono progettati per rilevare uno stimolo meccanico, mentre il 23% per lo stimolo elettrico. Nel caso degli attuatori invece, il feedback di risposta è maggiormente ottenuto da segnali termici, ottici e di potenza.

Una categoria di tessuti smart attivi sono gli Shape Memory Textiles, in grado di modificarsi e cambiare il loro stato originale dopo aver subito interazioni con il mondo esterno. La fonte che innesca questo meccanismo può essere il calore, la luce o la pressione. Questa tipologia di tessuti è possibile trovarla negli indumenti antinfortunistici, soprattutto nelle divise destinate a chi si trova spesso a contatto con il fuoco e potrebbe rischiare ustioni permanenti. Le fibre del tessuto Shape Memory infatti, in questo caso, sono in grado di cambiare la forma della loro superficie, passando da una superficie piana a una superficie a pagoda, proteggendo così l'individuo dal pericolo imminente. [Dang,Zhao].

Un altro esempio è rappresentato dai tessuti termocromatici, elettrocromatici e fotocromatici ovvero quei tessuti realizzati con molecole coloranti che, se soggetti a calore, elettricità e luce cambiano colore rendendo così visibile e facilmente rilevabile la variazione registrata [Dang,Zhao].

I tessuti che cambiano colore sono particolarmente utili in ambito medico per avere visibilità della variazione di temperatura nei pazienti o in ambito sportivo per la misurazione del pH e dell'idratazione del corpo. Anche il settore del lavoro ne beneficia: questa tipologia di tessuti riesce infatti a rilevare l'esposizione dell'uomo a sostanze chimiche dannose per la salute e a rilasciare un segnale visivo nel caso superi le quantità limite accettabili.

Rientrano in questa categoria anche i tessuti il cui stimolo esterno, che funge da input, è la variazione di temperatura. Questi tessuti sono in grado di schermare il freddo (usati

soprattutto dagli sportivi nelle tute da scii) e di provvedere all'isolamento termico [Dang, Zhao].

1.2.3 Very Smart Fabrics

L'ultima categoria individuata dai due studiosi è quella dei “*tessuti intelligenti avanzati*” (definiti propriamente “very smart”). Questi tessuti vanno ben oltre le funzionalità di sensori e attuatori e “percepiscono, reagiscono e si adattano alle condizioni o agli stimoli ambientali [...]sono il livello più alto di tessuti intelligenti” [Zhang, Tao]. I tessuti avanzati sono quindi in grado di percepire cambiamenti e stimoli nell'ambiente esterno, elaborarli e adattarsi reversibilmente, effettuando l'autodiagnosi, l'autoregolazione, l'auto-riparazione [Dang, Zhao].

Dalla letteratura emerge come il campo di ricerca dei tessili “very smart” sia vasto e in continua evoluzione. Ad oggi, le ricerche accademiche per i tessili intelligenti sono orientate principalmente in due direzioni differenti, in quanto “i tessuti intelligenti abbracciano sia i tessuti elettronici (E-Textiles) sia i tessuti adattivi” [Ruckdashel, Venkataraman, Parka]. La differenza sostanziale di queste due categorie risiede nella modalità di risposta: gli E-Textiles rispondono sulla base dei circuiti elettrici incorporati in essi, mentre i tessuti non elettronici rispondono basandosi sulle proprietà del materiale.

1.2.3.1 E-Textiles

Gli E-Textiles, ovvero i tessuti costituiti da parti elettroniche integrate in essi, stanno attirando sempre di più l'attenzione [Zhang, Zhao]. Questa tipologia di innovazione tessile richiede il lavoro sinergico del settore chimico, fisico, informatico ed elettronico. Ecco quindi come questi mondi, che fino a molto tempo fa apparivano inconciliabili, oggi collaborano per affrontare nuove sfide ed offrire nuove soluzioni.

Prima di proseguire, è bene chiarire alcuni concetti circa i componenti di un E-Textile. Uno dei componenti principali è il trasduttore che per molti aspetti è simile ad un sensore. Se per sensore si intende un dispositivo che rileva la grandezza fisica o chimica in input e la trasforma come output in una di differente tipologia, negli E-Textiles si può dire che il trasduttore svolge lo stesso compito ma la conversione che attua è di natura elettrica. L'attuatore successivamente prende in input il segnale elettrico rilasciato dal trasduttore e lo converte in un segnale di diversa natura. Sensori e attuatori sono collegati da una unità di controllo centrale che può essere rappresentata da una scheda Arduino, LED o circuiti stampati integrati. Per funzionare, gli attuatori richiedono energia ottenibile da elementi

piezoelettrici che a loro volta la ottengono da celle fotovoltaiche, inseribili nel tessuto, o da batterie ricaricabili. Gli elementi fondamentali per gli E-Textiles sono le interfacce di input (accensione) e output (segnalazione o visualizzazione): quelle di input possono essere rappresentate da patch capacitivi utilizzati sia come tastiere o come pulsanti, mentre quelle di output includono fibre elettroluminescenti. Infine, questi segnali è possibile trasmetterli a dispositivi esterni come computer o smartphone tramite connessioni USB, antenne NFC cucite e tecnologie wireless (come Bluetooth o WiFi), al fine di raccogliere e condividere dati e informazioni in real time.

L'evoluzione degli E-Textiles, frutto di una continua collaborazione fra il mondo tessile e quello dell'elettronica, ha portato a far variare il grado di integrazione dei sistemi elettronici in questi tessuti, ed è possibile distinguere due tipologie di E-Textiles sulla base del trasduttore.

Nel caso in cui il grado di integrazione sia basso, i trasduttori sono collegati direttamente al tessuto: quest'ultimo funge da substrato e serve solo per il fissaggio dei vari dispositivi. Il primo capo di questa generazione di abbigliamento tech è il prototipo chiamato *Cyberia Survival Suit* prodotta da Reima e presentato all'Expo in Germania nel maggio del 2000. Questa tuta era dotata di quattro tipologie di sensori differenti per la frequenza cardiaca, per la temperatura, per l'umidità durante le immersioni e un sensore GPS per rilevare i movimenti, tutti collegati a elettrodi cuciti nel tessuto [J McCann, D Bryson]. Un limite di questa categoria è rappresentato dal fatto che spesso i dispositivi elettronici cuciti o impiantati sul tessuto, possono renderlo rigido e poco comodo, oltre a limitarne i suoi aspetti funzionali quali ad esempio la traspirabilità.

Questo è superato dalla seconda tipologia di E-Textiles in cui il tessuto stesso diventa trasduttore, in quanto i componenti elettronici sono integrati direttamente all'interno delle fibre. Questa tipologia di nuova generazione consente quindi di mantenere le caratteristiche classiche del tessuto - quali la morbidezza, la flessibilità, il fitting, la traspirabilità e la resistenza - abbinandole allo stesso tempo a quelle elettroniche. In questo senso, la fibra tessile assume la funzione di veicolare le informazioni elettroniche. I materiali che costituiscono questa tipologia di tessuti sono materiali elettricamente conduttivi come fibre ottiche, polimeri conduttivi, materiali piezoelettrici o nanotubi di carbonio. Un esempio di E-Textile di questa categoria è la mascherina in grado di riconoscere i virus e i batteri, a partire dai loro acidi nucleici. Nata nel 2014 dal lavoro di tre ricercatori del MIT e della

Harvard University per riconoscere l'Ebola e la Zika, ad oggi questa mascherina è capace anche di diagnosticare il SarsCov2. È dotata di biosensori costituiti dall'85% di poliestere e dal 15% di poliammide capaci di rilevare in 90 minuti la presenza del virus e attivare di conseguenza dei circuiti in fibra ottica che producono segnali fluorescenti o luminescenti. L'output è poi analizzato utilizzando uno spettrometro indossabile, il quale può essere monitorato con un'applicazione per smartphone. Questi biosensori sono versatili: è possibile, infatti, impiantarli non solo nelle mascherine, ma anche nei camici e nelle attrezzature utilizzate dal personale sanitario.

Gli studi riguardanti le nanotecnologie hanno permesso di creare dispositivi elettronici sempre più piccoli (alcune decine di micron) e di impiantarli nelle strutture fibrose. La vera sfida però consiste, non solo nel conferire funzioni prestanti a fibre altamente deformabili, ma anche mantenere queste funzioni inalterate durante i loro utilizzo [Zeng, Shu].

Il processo di creazione degli E-Textiles altamente integrati, tuttavia, presenta uno svantaggio, in quanto “la fabbricazione dei componenti in fibra e il successivo assemblaggio in tessuto viene solitamente eseguito in procedure separate, il che è arduo e richiede tempo” [Zhang,Zhao]. Il principale metodo di integrazione delle fibre elettroniche, infatti, avviene tramite tessitura delle stesse all'interno del tessuto. Una possibile soluzione al bias delle fasi potrebbe essere l'utilizzo della stampa 3D: nello studio “*Printable Smart Pattern for Multifunctional Energy-Management E-Textile*”, Zhang e Zhao propongono un metodo che permette la realizzazione dell'E-Textile in un unico passaggio mediante stampa 3D. In questo caso di studio il tessuto è composto da un inchiostro con fibre acriliche core-sheath, formate da un nucleo interno costituito da nanotubi di carbonio e da una guaina esterna dielettrica. Questa struttura permette di “raccolgere energia biomeccanica dal movimento umano e raggiungere una densità di potenza fino a 18 mW/m^2 ” [Zhang,Zhao]. Dallo studio è emerso che la stampa 3D potrebbe essere un metodo per la creazione diretta di E-Textiles, in quanto il tessuto ottenuto ha rispettato le attese iniziali mostrando, a fine processo, di mantenere le caratteristiche di flessibilità e allo stesso tempo robustezza. Pertanto, è necessario porre l'attenzione non solo su come rendere un prodotto smart, ma anche su come rendere smart il processo di creazione, per evitare che questa innovazione non raggiunga mai il mercato di massa.

Un altro limite riguarda la sicurezza dei tessuti elettronici, la standardizzazione dei processi di creazione e il controllo di qualità alla base di essi (*Figura 5*). Sempre più spesso ci si

chiede quali rischi corra la persona in caso di malfunzionamento o guasto del capo smart a seguito di potenziali problemi di efficienza legati alle interconnessioni tra le diverse componenti. Sono quindi da valutare le prestazioni di sicurezza di questi dispositivi indossabili e l’inserimento di sistemi di spegnimento di emergenza.

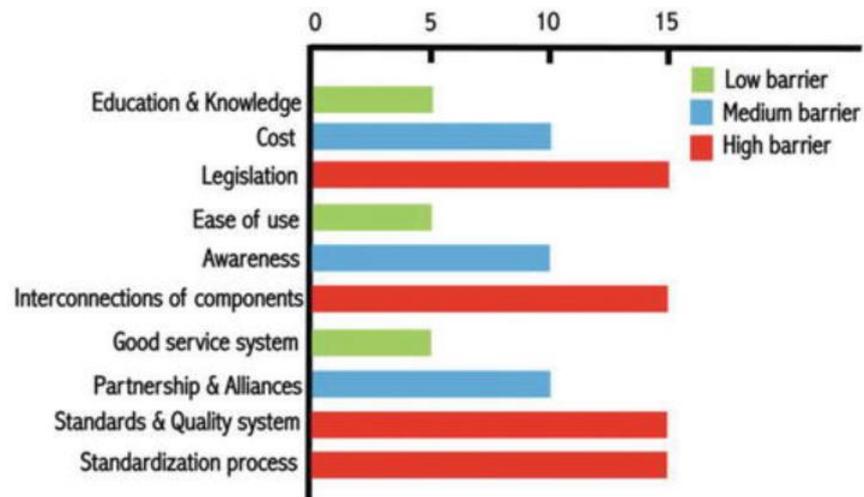


Figura 5. Barriere all'ingresso di tessuti intelligenti nel mercato sanitario, Test sui tessuti intelligenti: una tabella di marcia verso metodi di prova standardizzati per la sicurezza e il controllo della qualità. Fonte: Smart Textiles Testing: A Roadmap to Standardized Test Methods for Safety and Quality-Control Di Shuvo, Decaens, Lachapelle, Dolez

1.2.3.2. Smart Textiles Adattivi

L'altra categoria di tessuti intelligenti è quella dei tessuti adattivi, definiti “Stimuli-responsive”, ovvero quei tessuti che sono intelligenti ma non prevedono al loro interno componenti elettroniche [Ruckdashel, Venkataraman, Parka].

Si tratta principalmente di tessuti polimerici [Kaynak, Zolfagharian] e possono essere ottenuti in due maniere distinte. La prima, più semplice ed economica, tramite rivestimento del tessuto: a questo viene applicato uno strato costituito da un film intelligente ottenuto dalla trasformazione di polimeri a basso peso molecolare con solventi specifici. Questo metodo, però, comporta alcuni svantaggi in quanto il rivestimento potrebbe usurarsi facilmente contribuendo così a una durata limitata del tessuto; in aggiunta, questi film conferiscono al tessuto una sensazione tattile sgradevole. Infine, per aumentare la resistenza dei tessuti, spesso sono aggiunti più rivestimenti senza tenere conto che in questo modo si aggiunge peso e si limita la flessibilità del tessuto stesso [Ruckdashel, Venkataraman, Parka]. La seconda modalità per ottenere tessuti adattivi rientra nello studio approfondito dei materiali, delle loro proprietà intrinseche e la loro interazione con gli stimoli esterni. È

possibile far rientrare in questa categoria gli Shape Memory Polymers (SMP). Questa tipologia di polimeri si adatta a diversi stimoli ambientali come la temperatura, l'umidità, l'acqua, la luce e anche l'elettricità. L'effetto Shape Memory nei polimeri si deve alla variazione della flessibilità di alcune parti della catena macromolecolare dei polimeri a seguito dello sblocco ottenuto dopo aver subito lo stimolo [Xiao, Hu]. A differenza di quelli classificati come smart textiles attivi, gli SMP possono essere dotati di strutture asimmetriche, ovvero strutture polimeriche in cui la reazione allo stimolo esterno è variabile a seconda della parte interessata (possono essere anche dotati di meccanismi di autoriparazione o autopulizia [Ruckdashel, Venkataraman]). Un esempio è fornito dallo studio di Granberry, Eschen, Holsch e Abele circa tessuti che si adattano dinamicamente alla forma del corpo umano ottenendo una perfetta vestibilità dell'indumento. Si parla, infatti, di indumenti "autoaderenti composti da attuatori a maglia in lega a memoria di forma (SMA) a base di NiTi che si conformano dinamicamente alla forma e alle dimensioni uniche di chi lo indossa"; questo adattamento è ottenuto in seguito a un cambiamento di temperatura percepita dal capo. Questa ricerca rappresenta a tutti gli effetti un grande cambiamento di paradigma in ambito di tessuti adattivi, in quanto, attraverso lo studio di materiali avanzati e il design delle loro strutture, si ottengono indumenti dinamicamente modellabili. Un altro importante caso di tessuto intelligente, che non prevede componenti elettroniche, è il prototipo creato dai ricercatori Chan e Gollakota dell'Università di Washington, i quali hanno scoperto che i comuni fili conduttivi possiedono anche proprietà magnetiche. Nello specifico, il tessuto prototipato dai due ricercatori, ha permesso la decodifica sia di una stringa numerica (codici di sicurezza o tag identificativi) sia di una immagine in 2D. Questi dati sono di facile lettura da parte dell'utente finale in quanto è sufficiente utilizzare un magnetometro, strumento presente negli smartphone, che consente l'uso delle comuni app di navigazione e allo stesso tempo di intercettare i campi magnetici. Il vantaggio di questo tessuto innovativo risiede nel fatto che, essendo privo di componenti elettroniche, si presta e resiste ai lavaggi in lavatrice, trattamento a cui solitamente gli E-Textiles non resistono. Il prototipo presentato consiste in una fascia cucita su una comune camicia: dopo aver memorizzato il codice di sblocco della serratura nella fascia intelligente, attraverso una stringa numerica, è sufficiente passare il polso davanti allo smartphone (che contiene il magnetometro) per decodificare i dati e sbloccare la porta [Chan e Gollakota]. I due ricercatori sono infatti riusciti a codificare i bit "0" e "1" presenti nella stringa come polarità magnetica positiva e negativa. Inoltre, hanno sfidato le potenzialità di questo tessuto e dei campi magnetici riuscendo a creare un guanto che permette di utilizzare il cellulare mentre

questo è riposto in tasca, con una affidabilità testata nel 90% dei casi. Sulla punta del guanto, in corrispondenza delle dita, è stato inserito il tessuto intelligente e sullo smartphone è stato installato un sistema di memorizzazione e riconoscimento dei picchi magnetici che ogni gesto produce [Chan e Gollakota]. Questo significherebbe che i vestiti quotidiani potrebbero immagazzinare dati e diventare dei vettori per lo scambio degli stessi.

È chiaro, quindi, come anche il mondo del tessile muove i suoi passi avvicinandosi sempre più al mondo dell'interconnessione. In un futuro in cui gli oggetti saranno in grado di raccogliere informazioni, elaborarle e interfacciarsi con altri sistemi per lo scambio dati, anche i tessuti potranno essere protagonisti di queste realtà connesse. È possibile parlare di Internet of Smart Clothing, vestiti capaci di misurare i parametri e dialogare con altri vestiti o dispositivi.

Sicuramente, affinché questi tessuti innovativi raggiungano una diffusione adeguata, deve crearsi una forte e sinergica collaborazione interdisciplinare volta a colmare il divario esistente fra ricerca e mercato. È necessaria, quindi, la contaminazione fra ambiti che includano scienziati, ingegneri dei materiali, elettronici, informatici, chimici ma anche designer e produttori, i quali conoscono più nel dettaglio le aspettative estetiche dei clienti circa il prodotto finale.

1.3 Innovazione e sostenibilità

In un contesto in cui l'impatto ambientale è diventato un tema sempre più rilevante, la commissione europea nel 2019 ha introdotto il Green Deal, il "patto verde" che guiderà l'Europa ad essere il primo continente a raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Questo si traduce nella revisione delle attuali leggi sulla sostenibilità, e nell'introduzione di nuove norme sull'economia circolare, sulla salvaguardia della biodiversità e sull'innovazione. A questo si aggiunge - da parte dei consumatori finali sempre più attenti e sensibili ai temi della sostenibilità - la richiesta di tessuti ecosostenibili e una tracciabilità lungo tutta la filiera produttiva. Il progresso tecnologico, in tal senso, dovrebbe portare a un miglioramento della qualità della vita.

La sostenibilità - ad oggi - per molte aziende è una questione di immagine e strategia per le campagne pubblicitarie e per il consumatore finale spesso è difficile distinguere il greenwashing da ciò che è veramente ecosostenibile. Altrettante aziende però hanno compreso la portata di questo cambiamento di paradigma e iniziano a muovere i primi passi verso un'innovazione che riguarda tutta la filiera.

Le soluzioni proposte sono di diverso tipo e riguardano i tessuti bio-based (provenienti interamente o in parte da biomasse) e i tessuti derivanti da materiali post consumo o dal riuso di altri materiali tessili.

Dal rapporto “*Preferred Fiber & Materials 2021*” di Textile Exchange emerge che il mercato della “preferred fiber” - ovvero la fibra che ha impatti di sostenibilità ambientale e/o sociale migliori rispetto alla fibra usata per la produzione convenzionale - è in crescita. Il rapporto mostra l'espansione del *recycled polyester*, *preferred cotton*, *responsible mohair*, *preferred cashmere*. La quota di mercato delle fibre riciclate è aumentata dal 2016 al 2020 passando dal 6,9% all' 8,1% ed attualmente rappresenta quasi un quinto dell'intero mercato. (Figura 6) La maggior parte delle fibre proviene da bottiglie in PET riciclate, lo 0,5% da altre materie prime riciclate e meno dello 0,5% da materiale riciclato pre e post consumo.

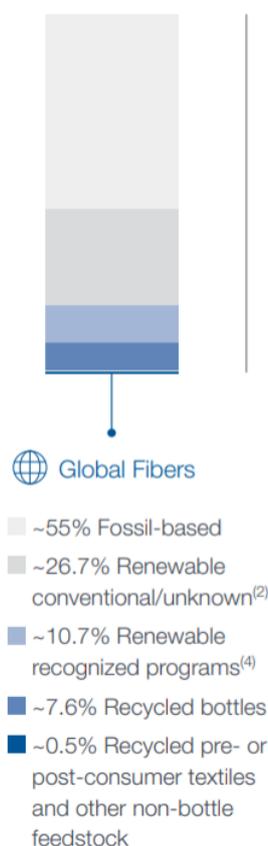


Figura 6. Global fiber. Fonte: *Textile-Exchange_Preferred-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021*

La principale fibra riciclata è il poliestere (8,4 milioni di tonnellate), seguita dal *preferred cotton* (7,8 milioni tonnellate), dalle fibre a base di cellulose artificiali certificate

FSC/PEFC (3,9 milioni di tonnellate) e da altri materiali riciclati e bio-based (0,57 milioni di tonnellate).

Fra le fibre fossil-based, la più usata – dato il prezzo molto basso - è il poliestere la cui produzione ammonta a 57 milioni di tonnellate, circa il 52% dell'intero mercato. Di questo, il 15% è proveniente da poliestere riciclato, principalmente da plastica per imballaggi e bottiglie e in quota minoritaria da plastiche post-consumo (come rifiuti oceanici) o da tessuti in poliestere rilavorati. Un esempio italiano è Newlife™, brevettato da Saluzzo Yarns, ottenuto da fili di poliestere riciclato. Il filato è frutto della trasformazione polimerica delle bottiglie in plastica attraverso un processo meccanico e non chimico e quindi di conseguenza meno inquinante. Una quota più esigua (0,03%) è invece rappresentata dal poliestere bio-based (*Figura 7*), ottenuto da amido e cellulosa, derivati dal mais e dalla canna da zucchero. Nota dolente delle plastiche bio-based è che spesso non sono né riciclabili né biodegradabili. La poliammide rappresenta il 5% delle fibre sintetiche e di questa solo il 2% viene da plastica riciclata. Un esempio di poliammide riciclata è il tessuto italiano Econyl®, derivato dal riciclo del nylon. Il processo produttivo prevede che il nylon, proveniente dai tessuti a fine vita, venga separato dagli altri materiali e successivamente depolimerizzato, consentendo il riutilizzo del filato infinite volte.

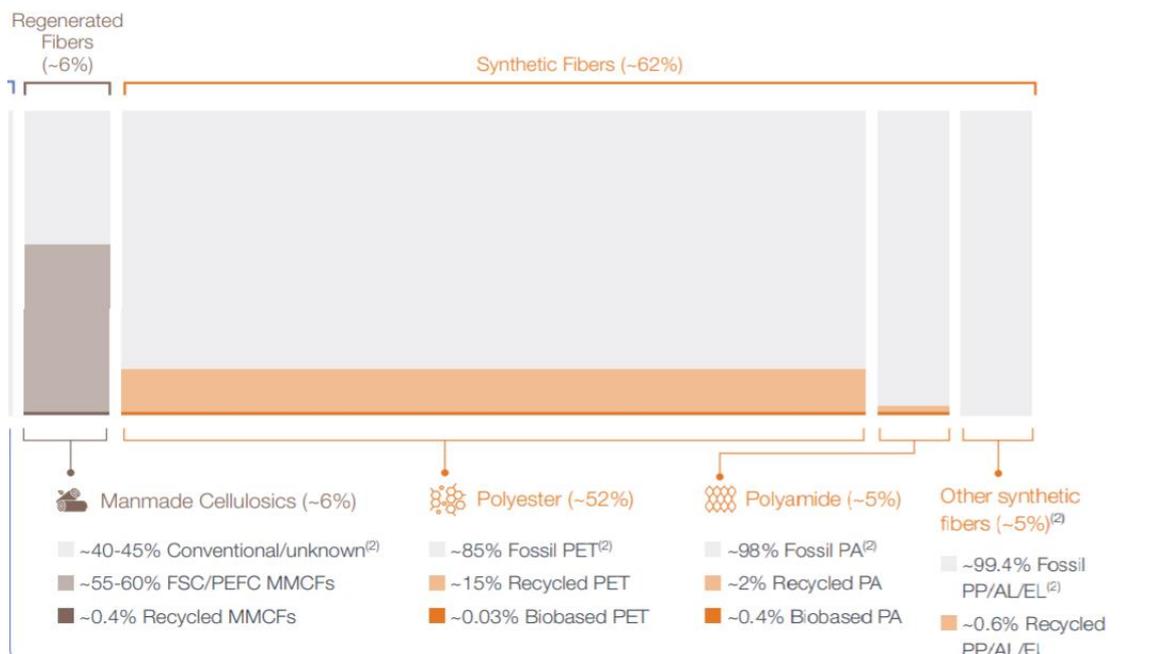


Figura 7. Synthetic e Regenerated Fibers. Fonte: Textile-Exchange_Prefered-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021

La parte sinistra della *Figura 7* mostra la percentuale di fibre a partire da cellulosa, ovvero le Manmade Cellulosics Fiber (MMCF), che rappresentano il 6% della produzione totale di

fibre. Nel 2020 si è registrato, all'interno di questa categoria, un aumento pari a circa il 60% delle fibre con certificazione PEFC, che rappresenta un risultato significativo in quanto diminuisce l'approvvigionamento di cellulosa proveniente dalle foreste.

La *Figura 8* mostra la percentuale di fibre a base di cotone, circa il 24% dell'intero mercato, di cui il 30% solo di *preferred cotton* (2020). La certificazione alla quale aderiscono maggiormente gli agricoltori è ABRAPA, associazione brasiliana dei produttori di cotone, ottenibile quando la coltivazione di cotone avviene in maniera etica, rispettando la biodiversità, riducendo al massimo l'impatto dei pesticidi e lo sfruttamento intensivo del terreno e delle falde acquifere.

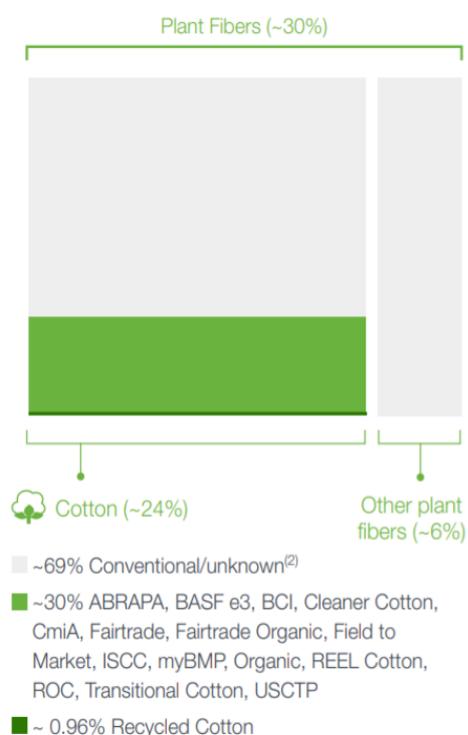


Figura 8. Cotton Fiber. Fonte: *Textile-Exchange_Preferred-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021*

1.4 Dati economici settore tessile europeo

Il settore del tessile e abbigliamento (TA) svolge un ruolo importante per l'economia manifatturiera europea e ha subito negli ultimi decenni trasformazioni radicali dovuti sia ai

cambiamenti tecnologici sia alla sfrenata competizione - in termine di costi di manodopera - proveniente dall'Asia. Questo ha portato il settore a ripensare alla sua strategia: molte aziende, infatti, hanno abbandonato la produzione di massa o hanno delocalizzato le fasi produttive a basso valore aggiunto, concentrandosi maggiormente sugli aspetti che rendono i prodotti europei competitivi, come il design ricercato e la qualità dei tessuti. Stando ai dati forniti da Euratex (*European Apparel and Textile Organisation*), organizzazione tessile europea con sede a Bruxelles, il fatturato del TA europeo ammonta a 162 miliardi di euro, con investimenti intorno ai 5 miliardi di euro (2019). Questo settore comprende circa 160.000 aziende (di cui il 99,8% sono PMI) e impiega 1,5 milioni di addetti. Il settore tessile detiene il 33% del TA, mentre la quota preponderante, ovvero il 67%, è posseduta dal settore dell'abbigliamento. Dalla *Figura 9*, che rappresenta il solo settore abbigliamento, il segmento principale risulta essere quello dedicato all'abbigliamento e agli accessori (41%), mentre una quota minoritaria, ma pur sempre rilevante, è quella relativa ai tessuti (17%) e ai tessuti tecnici (16%).

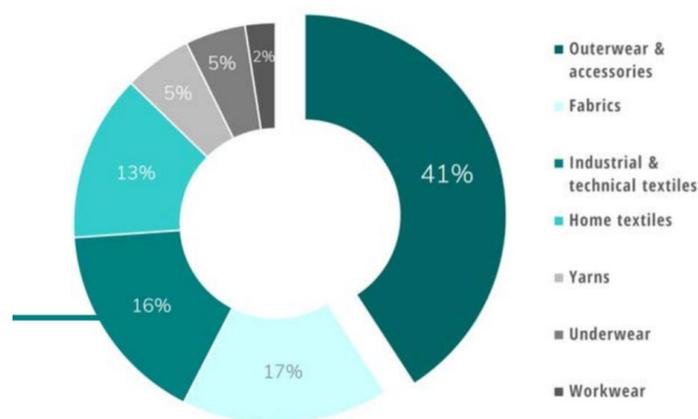


Figura 9. Production share by sub-sector 2018. Fonte: Fonte: EURATEX

Proprio il segmento riservato ai tessuti tecnici risulta uno dei più dinamici in quanto la sua domanda è in costante crescita (*Figura 10*). Trova infatti applicazione in diversi settori, come sanitario, agricolo, edile, abbigliamento sportivo, automobilistico.

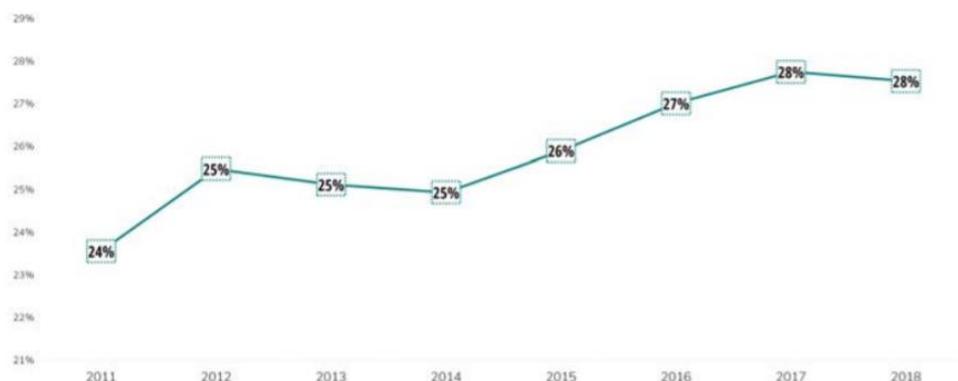


Figura 10. Share of technical textile in total textile production (2011-2018). Fonte: EURATEX

I maggiori produttori del settore TA in UE sono Italia, Francia, Germania e Spagna, i quali rappresentano circa tre quarti della produzione. Nello specifico, Italia, Spagna, Francia, Grecia, Portogallo, Romania, contribuiscono alla produzione di abbigliamento, mentre Germania, Belgio, Paesi Bassi, Austria e Svezia si occupano maggiormente della produzione tessile, in particolare dei tessuti tecnici.

L'UE è seconda, dopo la Cina, per export sia di tessuti sia di abbigliamento (Figura 11 e 12). I prodotti europei risultano essere attraenti per la qualità, il design, la creatività e i marchi rinomati. Nel 2019, l'export del TA è stato di 61 miliardi di euro, a fronte di un import di 109 miliardi di euro, principalmente da Cina, Bangladesh e Turchia.

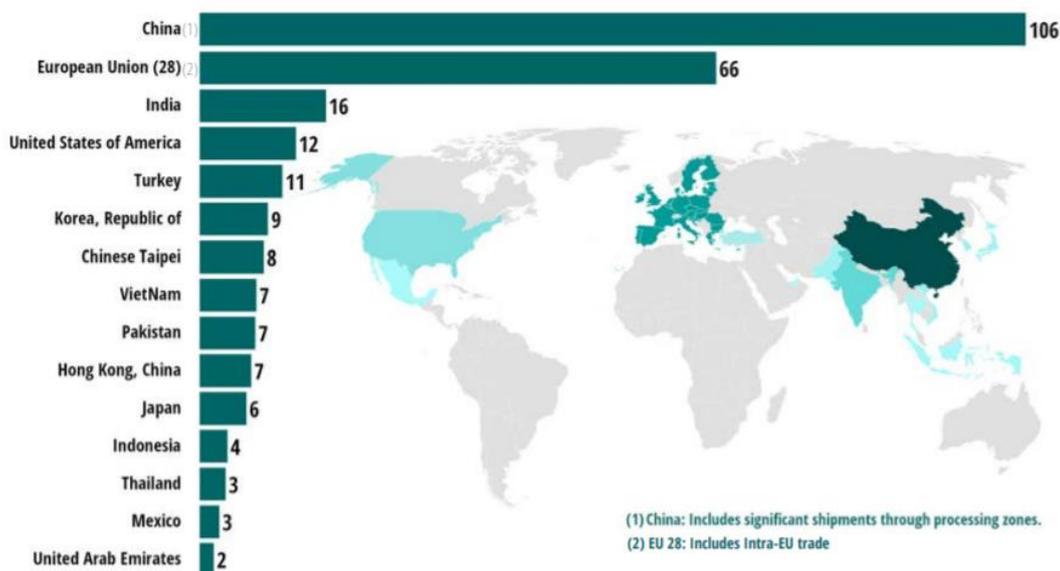


Figura 11. Top 15 textiles exporters of the world BN EUR. Fonte: EURATEX

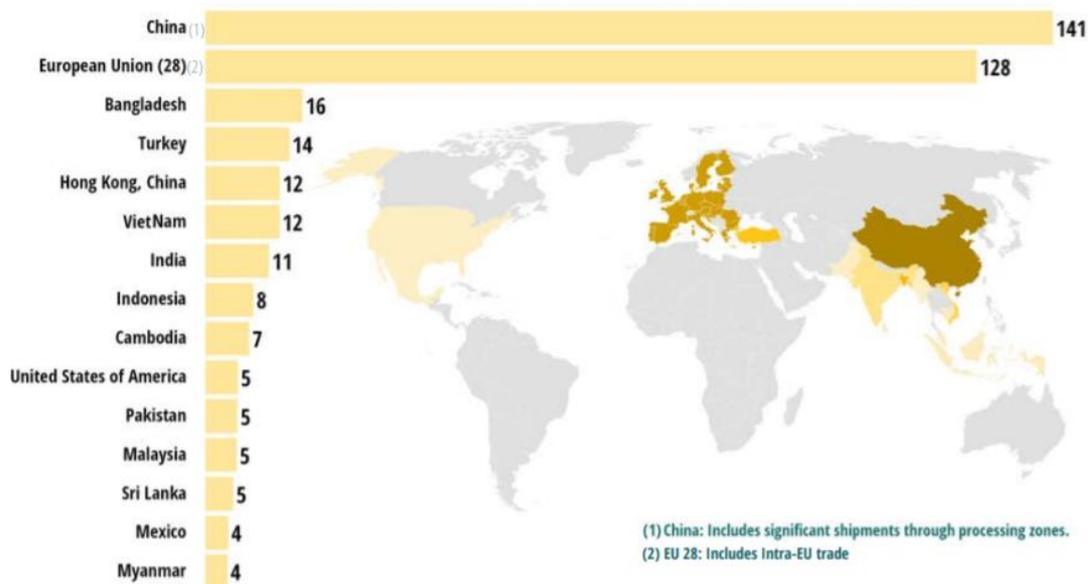


Figura 12. Top 15 clothing exporters of the world BN EUR. Fonte: EURATEX

Anche per quanto riguarda l'innovazione in campo di tessile e abbigliamento, in UE si stanno compiendo grossi passi avanti: ad oggi, sono presenti 40 centri tecnologici di ricerca dedicata al TA, 50 dipartimenti tessili all'interno delle università e 15 cluster tecnologici che offrono servizi di sviluppo, promozione e formazione per supportare l'innovazione. I campi di ricerca riguardano principalmente tre ambiti: creazione di fibre e filati sostenibili e bio-based, digitalizzazione dei processi della supply chain in ottica Industria 4.0 e creazione di tessuti smart ad alte prestazioni. Si stima infatti che il mercato europeo degli E-Textiles raggiungerà i 3 miliardi di euro entro il 2025 [Euratex].

Un'indagine di Statista conferma che il mercato relativo allo Smart Clothing è in crescita. Attualmente il mercato dell'abbigliamento/tessuto smart a livello globale ha un valore di circa 1,14 miliardi di dollari e si prevede che tale mercato raggiungerà una dimensione annua di oltre 6 miliardi di dollari entro il 2027 (Figura 13)

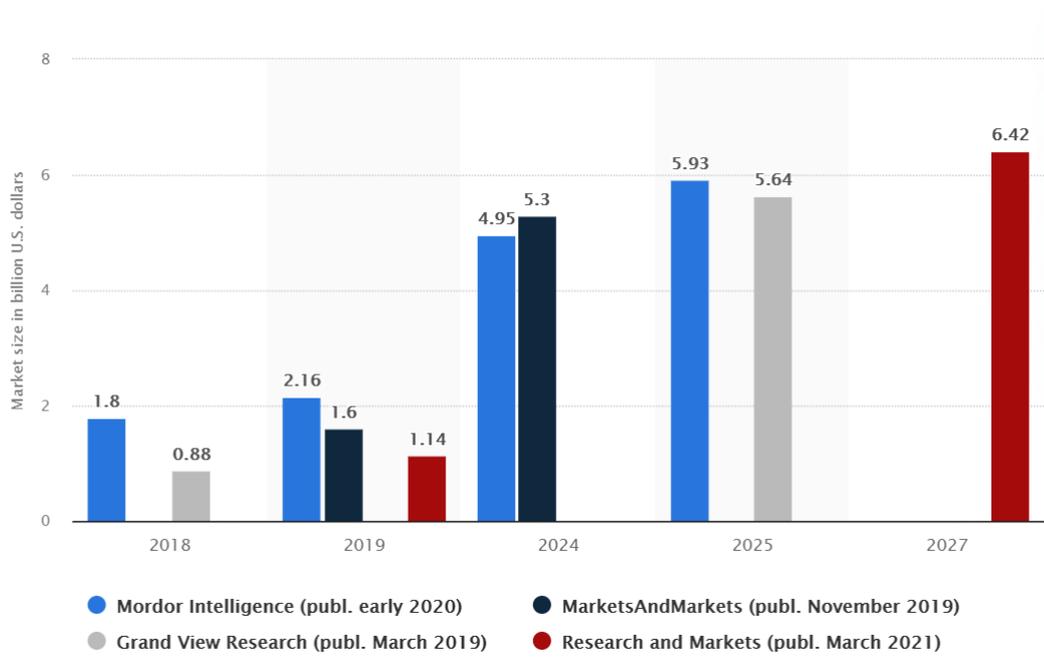


Figura 13. Market size estimate comparison for the global smart clothing/fabrics market from 2018 to 2027(in billion U.S. dollars), Fonte: Statista

2. Brevetti

2.1 Cosa sono i Brevetti?

Il brevetto è un titolo legale che costituisce una soluzione per la tutela di una invenzione relativa a nuovi prodotti o processi. Il codice di Proprietà Industriale (art 45) specifica: *“Possono costituire oggetto di brevetto per invenzione le invenzioni, di ogni settore della tecnica, che sono nuove e che implicano un’attività inventiva e sono atte ad avere un’applicazione industriale”*. Per invenzione si intende una soluzione nuova ed originale ad un problema tecnico mai risolto prima. Quindi appare chiaro come una semplice scoperta non può essere considerata un’invenzione da sottoporre a tutela se non presuppone un’applicazione industriale. I brevetti hanno durata limitata a un periodo di 20 anni dalla registrazione e alla loro scadenza non è previsto il rinnovo: in questo modo l’invenzione diventerà dominio di tutti. All’interno di questo arco temporale, il brevetto conferisce al suo titolare la facoltà di usare in modo esclusivo l’innovazione e di trarre profitto dalla suddetta. Il brevetto possiede anche un valore commerciale di cui può usufruire solo colui che lo detiene e che impedisce ai concorrenti di entrare nel mercato. Registrare un brevetto, quindi, ha l’effetto di escludere altri soggetti dalla fruizione dei vantaggi del suddetto. Proprio per questo, possedere brevetti è una barriera all’ingresso di determinati mercati.

Registrare un brevetto implica anche un costo non indifferente. Spesso, infatti, ad effettuare la registrazione oltre i singoli soggetti, sono le imprese, le quali possono sostenere con più facilità investimenti di questo tipo. D’altra parte, per le organizzazioni possedere brevetti è una decisione strategica: le invenzioni registrate costituiscono parte dei beni immateriali dell’azienda e permettono, se ben sfruttati, di poter conseguire introiti importanti.

Esistono varie tipologie di brevetto:

- Brevetto nazionale
- Brevetto europeo
- Brevetto internazionale (PCT)

In questo studio la banca dati a cui si attingerà per l’analisi proposta è quella relativa ai brevetti internazionali.

2.2 Componenti della documentazione di un brevetto internazionale

Il PCT (Patent Cooperation Treaty) è un trattato di cooperazione in ambito di brevetti di cui oggi fanno parte 153 Stati. Questa procedura è gestita dall'organizzazione internazionale WIPO (World Intellectual Property Organization) con sede a Ginevra. Il brevetto internazionale PCT è una procedura che consente, attraverso una unica richiesta, di far domanda di brevettazione contemporaneamente in tutti gli Stati che ne fanno parte ed averne effetto immediato negli stessi.

Per depositare la domanda PCT occorre indicare:

- Dati del richiedente
- Titolo del brevetto
- Nome dell'inventore
- Descrizione
- Rivendicazioni
- Eventuali disegni tecnici

La Descrizione serve per esplicitare le caratteristiche dell'invenzione e chiarire il problema tecnico che si intende risolvere. WIPO definisce la descrizione come “one of the essential parts of patent documents” e che deve essere sufficientemente chiara da permettere agli esperti del settore di realizzare l'invenzione. La descrizione può anche includere il background tecnico che sta dietro l'invenzione.

La parte fondamentale del brevetto sono le Rivendicazioni; in questa sezione, ci si appella agli elementi sui quali si chiede la protezione. La WIPO dà la seguente definizione:

“La parte di un documento di brevetto che definisce la materia per la quale viene richiesta o concessa la protezione”.

La prima rivendicazione include tutte le caratteristiche tecniche dell'invenzione che sono essenziali per risolvere il problema tecnico che ha portato all'invenzione e che dovrebbe essere risolto dall'invenzione. È possibile anche inserire delle rivendicazioni non direttamente dipendenti da quella principale: questo è possibile se l'invenzione riguarda anche un processo che si basa sullo stesso concetto inventivo. Inoltre, esistono rivendicazioni per proteggere l'invenzione da possibili modalità alternative di attuazione o di esecuzione del concetto inventivo.

Infine, se l'invenzione ne necessita, è possibile inserire all'interno della documentazione del brevetto i disegni tecnici, i quali dovranno essere preparati in modo da far capire quale è la

soluzione inventiva che si vuole proteggere. Dopo aver compilato la domanda di brevetto, questa verrà depositata e si otterrà l'Application Number relativo ad essa. Dalla data di deposito in poi, inizia l'esame che porterà o meno alla pubblicazione.

La domanda di brevetto rimane segreta per 18 mesi e questo slot temporale comporta sia vantaggi che svantaggi: se da un lato questo permette alla concorrenza di venire a conoscenza dell'invenzione dopo molto tempo, ritardandone quindi l'eventuale entrata nel mercato, dall'altro non è possibile agire contro terzi per contraffazione. Questo potrebbe essere ovviato chiedendo l'accesso alla pubblicazione anticipata dopo 90 giorni.

Il brevetto nazionale ottenuto a seguito di un deposito PCT dura 20 anni che decorrono dalla data di deposito della domanda internazionale.

2.3 Classificazione IPC

L' International Patent Classification (IPC) è un sistema gerarchico di classificazione dei brevetti utilizzato in oltre 100 Paesi per classificare il contenuto dei brevetti in modo uniforme. Nasce dall'Accordo di Strasburgo (1971), organizzato da WIPO. La classificazione è aggiornata regolarmente da un comitato di esperti, composto sia da rappresentanti degli Stati contraenti sia da organizzazioni, come l'Ufficio Europeo dei brevetti (EPO). La classificazione internazionale dei brevetti IPC è strutturata in modo gerarchico e suddivide le tecnologie brevettabili in otto sezioni (A - H), a loro volta distribuite in livelli sempre più dettagliati (sottosezioni, classi, sottoclassi, gruppi e sottogruppi). La IPC non viene utilizzata solo per classificare e ricercare brevetti, ma anche pubblicazioni, articoli scientifici e testi tecnici in generale, al fine di valutare lo stato della tecnica in un particolare settore.

Ciascun simbolo di classificazione è della forma alfanumerica, la prima lettera rappresenta la "sezione" costituita da una lettera da A ("Necessità umane") a H ("Elettricità").

Nello specifico:

- A, Human Necessities: come agricoltura, prodotti alimentari, articoli personali (fra cui l'abbigliamento), salute e sport.
- B, Performing Operation e Transporting: processi chimici e fisici al fine di eseguire le operazioni di separazione e miscelazione dei materiali solidi, liquidi o dei gas. E' inclusa in questa sezione anche la lavorazione dei metalli, la stampa e infine una sottosezione dedicata ai trasporti e alla tecnologia microstrutturale e nanotecnologica.

- C, Chemistry & Metallurgy: comprende chimica organica, inorganica biochimica e il trattamento delle acque, petrolio, carbone, gas, composti ferrosi e non.
- D, Textile & Paper: tratta di materiali come fibre tessili naturali, artificiali e sintetiche e i sistemi di lavorazione di questi come la cucitura, tessitura, taglio, stampaggio e un infine i sistemi di lavorazione della cellulosa e fabbricazione della carta;
- E, Fixed construction: riguarda sistemi per la costruzione di ferrovie, ponti, strade, sistemi idrici. Sono compresi in questa sezioni anche tutti i metodi di perforazione della terra e della roccia e le relative estrazioni.
- F, Mechanical Engineering, Lighting, Heating, Weapons e Blasting: riguarda i brevetti circa l'industria meccanica, nello specifico motori e parti di questo, pompe e i metodi di funzionamento. E' compresa in questa sezione anche ciò che riguarda l'illuminazione e il riscaldamento.
- G, Physics: in questa categoria troviamo invenzioni che sfruttano le proprietà/caratteristiche fisiche, come dimensione, temperatura, densità.
- H, Electricity: elementi elettrici di base, generazione elettrica, circuiti elettronici, tecniche di comunicazione radio ed elettrica.

3. Patent Landscape Report

3.1. Cos'è un PLR

“Il Patent Landscape Report (PLR) è un rapporto sui brevetti e fornisce una panoramica dell'attività brevettuale e delle tendenze in un campo della tecnologia” (Wipo). Un PLR cerca di presentare in modo chiaro e intuitivo informazioni circa l'andamento di una determinata tecnologia. Le aziende spesso utilizzano PLR come analisi preliminare per prendere decisioni strategiche su investimenti di ricerca e sviluppo (R&S) e per esplorare e monitorare l'attività dei concorrenti.

3.2. Database

Il Database utilizzato per questo lavoro di tesi è Derwent, il Portale di proprietà di Clarivate per la ricerca e l'analisi di brevetti. Il lavoro di ricerca è stato sviluppato a partire dalla costruzione di una query (*Allegato 1*) di ricerca contenente sia codici IPC sia keyword.

3.3. Ricerca basata sui codici IPC

Per la ricerca dei codici IPC (*Allegato 2*) sono stati utilizzati principalmente due metodi di approccio. Il primo è stato quello di utilizzare lo schema dei codici IPC messo a disposizione da WIPO, per l'identificazione delle sezioni di interesse.

L'ambito di ricerca di questa tesi è trasversale in quanto riguarda non solo i brevetti circa l'abbigliamento (sezione A) o i tessuti in generale (sezione D) ma anche tutti i processi che stanno alla base della creazione di nuovi filati e fibre e che trovano applicazione anche in altri settori.

Sono state individuate quindi le sezioni di interesse. Nello specifico:

- A, Necessità umane: A41 (abbigliamento), A42 (copricapo), A43 (calzature), A61 (scienze mediche), A62 (abbigliamento salvavita e antincendio)
- B, Operazioni: B32 (prodotti stratificati), B41 (stampa), B60 (veicoli), B63 (settore navale), B68 (tappezzeria),
- C, Chimica: C08 (composti macromolecolari organici)
- D, Tessuti: D01 (fibre naturali), D03 (tessitura), D04 (maglieria, tessuti non tessuti), D06 (trattamento di tessuti)
- E, Costruzione: E01 (costruzione strade), E04 (costruzione)
- F, Industria meccanica e Illuminazione: F21 (illuminazione)
- G, Fisica: G16 (tecnologia dell'informazione e della comunicazione) G21 (fisica nucleare)

- H, Elettricità: H05 (tecniche elettriche)

Per l'ulteriore dettaglio si rimanda all'Allegato 1 e Allegato 2.

All'interno di ogni sezione è stata individuata la classe e successivamente la sottoclasse, il gruppo, fino al dettaglio del sottogruppo. Un esempio di codice IPC utilizzato è il seguente: D03D 15/527 dove:

- D indica la Sezione: tessuti
- 03 indica la Classe: tessitura
- D indica la sottoclasse: tessuti intrecciati, metodi di tessitura
- 15 indica il gruppo: tessuti caratterizzati dal materiale, dalla struttura o dalle proprietà delle fibre, filamenti, filati.
- 527 indica il sottogruppo: impermeabile o idrorepellente

Per rendere la ricerca dei codici quanto più esaustiva possibile, è stato usato anche un secondo metodo di ricerca denominato "Reverse Engineering". Tramite il portale Patent Scope di proprietà di WIPO sono state ricercate delle parole chiave sulla base delle tecniche innovative o delle aziende che hanno brevettato tessuti tecnici. L'elenco dei risultati ottenuti è stato fondamentale in quanto ha permesso di identificare ulteriori codici di classificazione dei brevetti pertinenti, i termini usati dall'inventore per descrivere il concetto coinvolto o semplicemente per accertarsi che le classi selezionate con il primo metodo fossero corrette.

3.4. Identificazione delle keyword

Sono state utilizzate anche alcune keyword per affinare il perimetro di ricerca su Derwent. Le seguenti keyword sono frutto di una attenta ricerca sia in ambito di letteratura scientifica sia di lettura dei vari abstract brevettuali. Le parole chiave scelte riguardano le caratteristiche dei tessuti tecnici e sono le seguenti:

- Smart Fabric*
- Shape memory
- Color changing
- Photochrom*
- Photosensitive
- Optical
- Temperature sensitive
- Conductive

- PH responsive gel
- Waterproof
- Moisture permeable
- Breathable
- Self cleaning
- Electronic information
- Sustainable
- Sensor
- Accelerometer
- Positioning system
- Emotion sens*
- Rolling water droplets
- Photocatalysis
- Coaxial adj electrospinning
- Regenerative Crops

3.5. Query di ricerca finale

La query utilizza in questo lavoro di tesi consta di 3 blocchi distinti (*Allegato I*).

Nel primo, è possibile trovare i codici IPC selezionati collegati fra loro tramite l'operatore logico booleano OR. Questo operatore rende la query flessibile in quanto uno o entrambi i termini devono apparire nel documento.

Nel secondo blocco sono state introdotte le keyword scelte. Come campo di ricerca della keyword si è stato scelto CTB, ovvero la ricerca della keyword all'interno di Claims (rivendicazioni), Title (titolo) e Abstrat. Se la keyword è composta da due parole, è stato utilizzato l'operatore ADJ che consente di cercare e trovare i termini solo se adiacenti nell'ordine specificato.

Il terzo blocco è annidato all'interno del secondo tramite l'uso di parentesi, ed è caratterizzato dall'uso dell'operatore NOT che specifica i termini da escludere. L'inserimento di questo ultimo blocco è stato essenziale per la consistenza dei risultati di ricerca in quanto, dopo un'attenta osservazione dei dati, è emerso che spesso comparivano alcuni termini come "Device" e "Machine" che deviavano dall'obiettivo della tesi.

Il primo e il secondo blocco sono stati legati dall'operatore logico AND: in questo modo si è posto il vincolo che i brevetti trovati nel primo blocco contenessero le keyword selezionate.

4. Ipotesi e analisi preliminare dei risultati

Prima di proseguire con l'analisi dei risultati ottenuti dalla query (*Allegato 1*) costruita su Derwent, è bene esplicitare le ipotesi di lavoro che sono state fatte.

La filiera tessile è composta da vari attori che lavorano in maniera sinergica. Se da un lato è possibile trovare le aziende chimiche, le università e le case produttrici di materiale tessile, dall'altro sono presenti le aziende meccano-tessili, le quali occupano un ruolo fondamentale per rendere possibile lo svolgimento delle singole fasi della filiera tessile produttiva. Si tratta di quelle aziende che lavorano attorno all'innovazione dei macchinari come telai, filatoi, macchine per finissaggio, al fine di ottimizzarne l'operato e rendere quanto più smart ed efficiente possibile la produzione. Queste tipologie di innovazioni prettamente meccaniche non sono state considerate ai fini dell'analisi, ma si è preferito concentrarsi maggiormente sul processo e sul prodotto finale, ovvero quelle innovazioni che riguardano gli studi chimico-fisici su come rendere più prestanti gli attuali tessuti o crearne di nuovi e le innovazioni del prodotto finale.

La prima ricerca con soli codici IPC su Derwent ha portato a 123456 brevetti, un perimetro molto ampio e non dettagliato. Sono state quindi aggiunte tramite l'operatore AND le keyword scelte. L'aggiunta di queste ultime ha permesso di affinare la ricerca arrivando a 102270 records. Analizzando i risultati ottenuti è emerso che il dataset di brevetti includeva anche patents sui macchinari che portano alla creazione di smart fabrics, i quali, come da ipotesi iniziale, sono stati esclusi. Per restringere il perimetro, tramite l'operatore NOT, sono stati esclusi questi campi arrivando così a un dataset di 93555 records, un intervallo più ristretto e consistente.

Tramite la funzione "Filtri", messa a disposizione da Derwent, è stato possibile capire i maggiori players di questo settore: i primi due risultavano essere Kodak e FujiFilm, il cui business è distante dal settore tessile. Continuando l'analisi, è stato possibile constatare che, fra le keyword, "photosensitivity" e "Optical" davano come output dei risultati non coerenti con la ricerca: erano selezionati infatti anche brevetti dei due players in ambito di innovazioni su materiali circa le tipologie di stampa fotografica. È stato chiaro quindi che, le due keyword necessitavo di avere un campo più ristretto. Questo è stato reso possibile tramite l'uso dell'operatore NEAR. Nella query, infatti, le parole che potevano sporcare i risultati ed essere equivoche sono state modificate: quindi, ad esempio, si è passati da "photosensitivity" a "photosensitivity NEAR (textil* OR fabric*)". In questo modo, il

dataset ha mantenuto i brevetti sui materiali fotosensibili ma, allo stesso tempo, ha circoscritto il raggio d'azione ai soli materiali tessili. Per escludere dalla classifica di innovatori tessili i due player precedentemente citati, tramite l'operatore NOT, è stata esclusa la keyword "photo". Questo è stato un passaggio cruciale in quanto ha portato ad una pulizia del dataset non indifferente. Infatti, non solo i record sono diminuiti, ma i brevetti di Kodak e Fujifilm in campo di materiale fotografico sono stati eliminati.

Per una maggiore sicurezza circa l'output, ogni keyword è stata accostata a "NEAR (textil* OR fabric*)" in modo da ovviare eventuali misunderstandings. Successivamente, filtrando il dataset per azienda, è stato possibile constatare che effettivamente le organizzazioni presenti avessero sviluppato innovazioni in campo di materiali tessili. Questo ha permesso all'analisi di essere più accurata e mirata.

La query finale contiene 56.651 brevetti (*Allegato 1*). I dati presentati nel capitolo successivo sono stati analizzati sia a livello globale, come output complessivo della query (56651 records dal 1903 al 2021), per avere un overview generale, sia a un livello di dettaglio che comprende i brevetti dal 2012 al 2021. Per effettuare questa seconda analisi, è stato inserito nella query l'intervallo di tempo scelto che ha portato alla selezione di 29749 records. Successivamente, il dataset circoscritto agli ultimi 10 anni è stato esportato su Excel.

È da notare infine che il database di Derwent è in continuo aggiornamento, quindi, la stessa query, riproposta a distanza di giorni, potrebbe dare come output un numero di brevetti differente. La definizione del perimetro contenente 56651 brevetti è stata ottenuta dalle ricerche fatte fra il 06/09/2021 e il 26/10/2021.

Il PLR verterà su 4 principali aspetti:

- Publication e Application Trend
- Geografia
- Players
- Ambiti tecnologici

5. Publication e Application Trend

Osservare i dati nella loro totalità è utile per capire l'interesse delle imprese, e in generale dei mercati, per la tecnologia in esame. A questo livello di analisi sono stati considerati tutti i 56651 brevetti con l'obiettivo di capire quali sono stati gli anni di maggiore sviluppo.

Il Publication Trend è necessario, infatti, per visualizzare l'andamento delle pubblicazioni negli anni. Le variabili utilizzate sono: nell'asse delle ordinate il Publication Number e nell'asse delle ascisse il Publication Year, ovvero l'anno di pubblicazione dei brevetti dopo il loro deposito, che equivale ad almeno 18 mesi. Per la rappresentazione grafica si è scelto di visualizzare i brevetti pubblicati dal 2002 al 2020, i quali rappresentano il 75,5% dei 56.651 brevetti individuati nel dataset. Nello specifico, è possibile notare che l'andamento complessivo degli ultimi 20 anni è crescente (*Figura 5.1*). Da questo emerge che il mercato dell'innovazione tessile è in crescita.

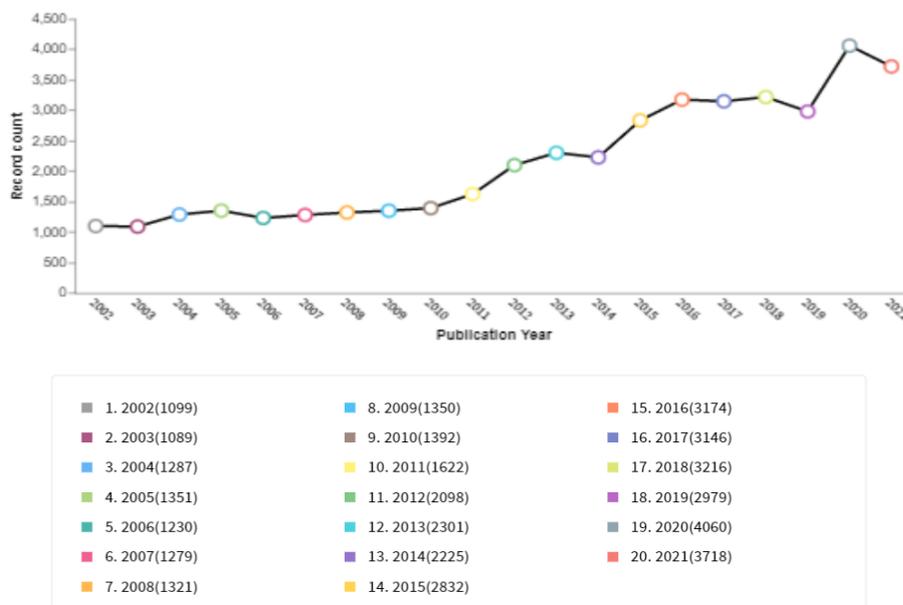


Figura 5.1 Publication Trend 2002 - 2021

Crescita che è raddoppiata negli ultimi 10 anni: dalla *Figura 5.2* è possibile notare come si sia passati da 2098 brevetti pubblicati nel 2012 a 4060 del 2020, simbolo del fatto che gli investimenti in R&D, dedicati a questo settore, stanno aumentando.

Il 2021 ha visto una inversione di tendenza: la pubblicazione di brevetti in ambito tessile si è ridotta a 3718 brevetti contrastando la crescita che si è avuta fino al 2020. È da considerare, in primis, che questo dato è parziale in quanto ancora il 2021 non è giunto al termine. Inoltre, questa inversione di tendenza potrebbe essere data dalla diminuzione di Application Number (*Figura 5.2*), ovvero di richieste di brevetto, che si evidenzia nel 2017.

Dal grafico (*Figura 5.2*) è possibile vedere il trend dell'Application di brevetti durante gli anni. Questo trend, unito a quello delle pubblicazioni, consente di avere un quadro più completo del panorama brevettuale.

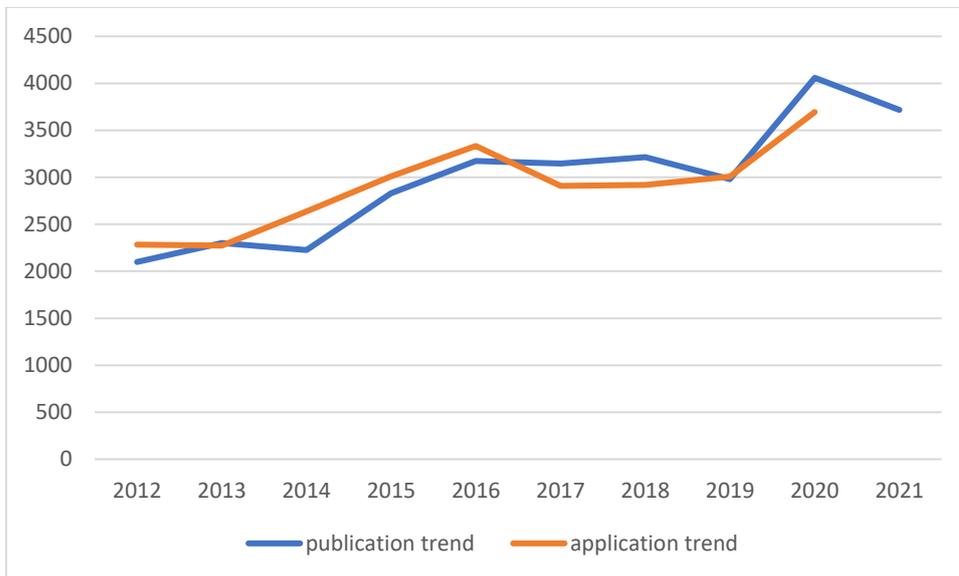


Figura 5.2 Publication e Application Trend 2012-2021

6. Geografia

A livello geografico appare lampante che la parte est del mondo detiene il primato con circa il 43% delle richieste di protezione (*Allegato 3.1*). Circa il 19% delle organizzazioni chiede protezione presso l'America, il 14,9% presso WIPO, ovvero chiede protezione a livello mondiale e solo il 12% chiede protezione in Europa, percentuale nettamente inferiore rispetto all'Asia. L'elevata richiesta brevettuale in Oriente è indice di una forte presenza innovativa in quell'area.

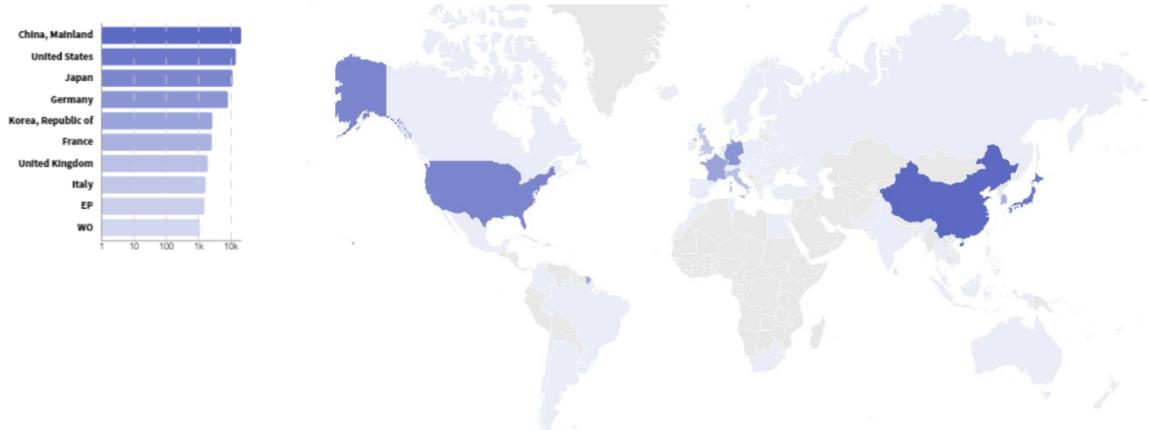
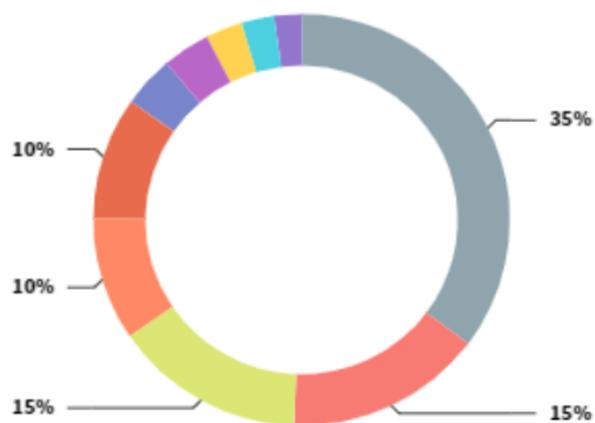


Figura 6.1 Heatmap dei brevetti sui tessuti tecnologici. Fonte: Derwent

Non sorprende infatti che la Cina con il 35% dei brevetti sia la prima nazione a livello mondiale (*Figura 6.2*). L'industria tessile cinese è infatti la più grande al mondo sia per produzione complessiva che per esportazioni [*China Policy Institute*].

La Cina è seguita da Giappone e US che detengono ciascuno il 15% dei brevetti. La Germania invece possiede il 10%: quest'ultima, non solo è il più grande produttore europeo nel comparto considerato, ma è il primo dei Paesi Ue e il quarto a livello mondiale tra gli esportatori di tecnologia, dedicata nello specifico al cucito e all'abbigliamento. Anche l'Italia (con 1629 brevetti) partecipa se si parla di tecnologie tessili: il nostro Paese, infatti, si piazza subito dopo la Francia, con il settimo posto a livello globale e il terzo nel panorama europeo.



1. CN(19972)	5. Other(5435)	9. GB(1443)
2. JP(8677)	6. FR(2260)	10. EP(1194)
3. US(8436)	7. KR(2115)	
4. DE(5490)	8. IT(1629)	

Figura 6.2 Top 10 Country in cui è richiesta protezione brevettuale. Fonte: Derwent

Analizzando il dataset degli ultimi 10 anni, la Cina si conferma leader mondiale di settore detenendo da sola il 61% dei brevetti (Figura 6.3). La seconda nazione è l'US che si discosta di parecchio dalla Cina. A parimerito a pari merito si trovano US, Giappone e Corea.

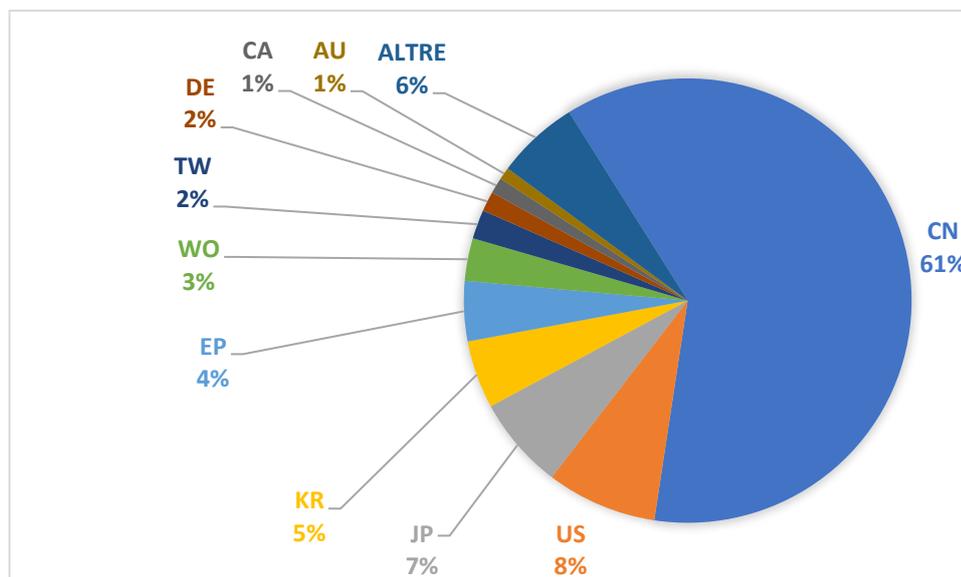


Figura 6.3 Distribuzione geografica in termini percentuali dal 2012 – 2021

7. Players

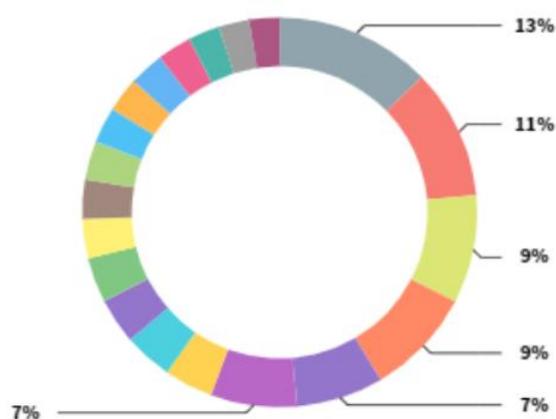
Il criterio scelto per la selezione delle aziende su Derwent è quello dell'Optimized Assignee, ovvero l'assegnatario ottimizzato che dà come output un risultato unico frutto di una standardizzazione dell'organizzazione che ha richiesto il brevetto: documenti diversi possono utilizzare diverse combinazioni di nomi di società, abbreviazioni e identificatori del tipo di società (LLC, KK, GMBH, ecc.). L'assegnatario ottimizzato riduce queste molteplici variazioni di nome a un unico nome standardizzato. Si è operata un'ulteriore standardizzazione post export su Excel per migliorare ancora di più dati; ad esempio, Nike Innovate CV e NIKE C.V sono stati ridotti a Nike e Toray Industries INC e Toray Chemical Korea sono stati raggruppati sotto Toray.

Nel frammentato mondo del tessile, si è scelto di rappresentare solo i 20 migliori players che rappresentano il 13% dell'intero dataset (costituito da 56651 brevetti) (*Figura 7.1*).



Figura 7.1 Quota delle prime 20 aziende (13%) rispetto al totale delle aziende del dataset. Fonte: Derwent

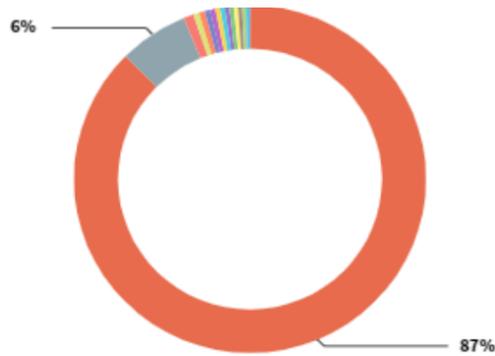
A partire da una prima analisi appare evidente come i maggiori leader di settore sono colossi dello sportswear (*Figura 7.2*). È possibile osservare come Adidas, nota azienda di abbigliamento sportivo, sia la maggiore detentrica di brevetti del dataset, seguita dalla multinazionale giapponese Toray, azienda specializzata in fibre e tessuti a partire dalla chimica organica e sintetica, che possiede l'11%. Subito dopo Toray, spiccano i nomi di altri gruppi di abbigliamento sportivo con quote che vanno dal 9% al 7% come Puma, Salomon e Nike.



1. ADIDAS AG(966)	8. TOYOBO CO LTD(300)	14. BASF SE(224)
2. TORAY INDUSTRIES INC. (812)	9. MIZUNO CORP.(288)	15. SKIS ROSSIGNOL S.A. (216)
3. PUMA SE(676)	10. X-TECHNOLOGY SWISS GMBH(278)	16. 3M CO(215)
4. SALOMON SA(668)	11. KIMBERLY-CLARK CORP. (248)	17. UNITIKA LTD.(213)
5. NIKE(538)	12. KAO CORP.(245)	18. ARKEMA INC(194)
6. TEIJIN LTD.(533)	13. DUPONT DE NEMOURS INC.(240)	19. NORDICA SPA(189)
7. ASAHI KASEI CORP.(303)		20. ASICS CORP.(187)

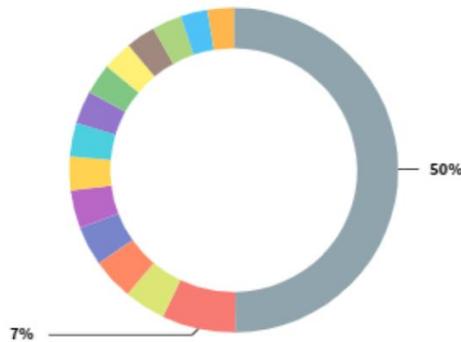
Figura 7.2 Quote percentuali relative al numero di brevetti per azienda sulla base delle prime 20 aziende. Fonte: Derwent

Queste cinque aziende rappresentano il 6% del dataset totale e il 50% se si considerano solo le migliori 20 (Figura 7.3, Figura 7.4). Come evince dal grafico, queste cinque aziende sono state raggruppate sotto l'identificativo di TOP 5 proprio a voler mostrare la consistente quota e il ruolo predominante che hanno avuto in tema di innovazione tessile. I dati trovati a questo livello di analisi sono rassicuranti in quanto confermano che, il perimetro di brevetti individuato dalla query, è corretto con l'intento della ricerca.



1. Other(49858)	7. X-TECHNOLOGY SWISS GMBH(278)	11. BASF SE(224)
2. TOP 5 (3660)	8. KIMBERLY-CLARK CORP. (248)	12. SKIS ROSSIGNOL S.A. (216)
3. TEIJIN LTD.(533)	9. KAO CORP.(245)	13. 3M CO(215)
4. ASAH KASEI CORP.(303)	10. DUPONT DE NEMOURS INC.(240)	14. UNITIKA LTD.(213)
5. TOYOBO CO LTD(300)		15. ARKEMA INC(194)
6. MIZUNO CORP.(288)		

Figura 7.3 Aggregazione delle prime 5 aziende (Adidas, Nike, Toray, Salomon, Puma) con più brevetti (6%) rispetto al totale. Fonte: Derwent



1. TOP 5 (3660)	7. KIMBERLY-CLARK CORP. (248)	11. SKIS ROSSIGNOL S.A. (216)
2. TEIJIN LTD.(533)	8. KAO CORP.(245)	12. 3M CO(215)
3. ASAH KASEI CORP.(303)	9. DUPONT DE NEMOURS INC.(240)	13. UNITIKA LTD.(213)
4. TOYOBO CO LTD(300)	10. BASF SE(224)	14. ARKEMA INC(194)
5. MIZUNO CORP.(288)		15. NORDICA SPA(189)
6. X-TECHNOLOGY SWISS GMBH(278)		

Figura 7.4 Dettaglio sulla quota parte delle prime 5 aziende (Adidas, Nike, Toray, Salomon, Puma) con più brevetti rispetto alle prime 20 aziende. Fonte: Derwent

La stessa tipologia di analisi è stata riproposta nell'intervallo 2012-2021. Grazie all'uso degli strumenti che il foglio di lavoro Excel mette a disposizione, è stata creata una tabella pivot in cui nelle righe sono stati inseriti gli assegnatari ottimizzati (Optimized Assignees) e sulle colonne la sommatoria dei brevetti (Publication Number) depositati nell'intervallo

temporale 2012-2021. Successivamente, questi risultati sono stati classificati in ordine decrescente al fine di stilare un ranking, per capire i big players degli ultimi 10 anni. Fra tutte le aziende, sono state scelte per la rappresentazione grafica le prime 100, che rappresentano il 20% del totale (Figura 7.5).

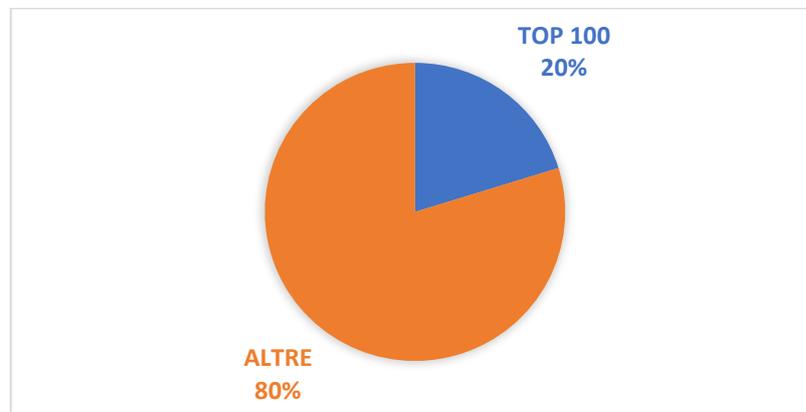


Figura 7.5 Quota delle prime 100 aziende selezionate (20%) con numero maggiore di brevetti all'interno dell'intero dataset dal 2012 - 2021

In questo insieme si è operata una distinzione: le prime 20 sono state separate dalle restanti 80, le quali sono state raggruppate sotto la categoria “Altre”, che rappresenta il 49% (Figura 7.6). Come emerge dai risultati e dal grafico, il mondo del tessile è molto frammentato.

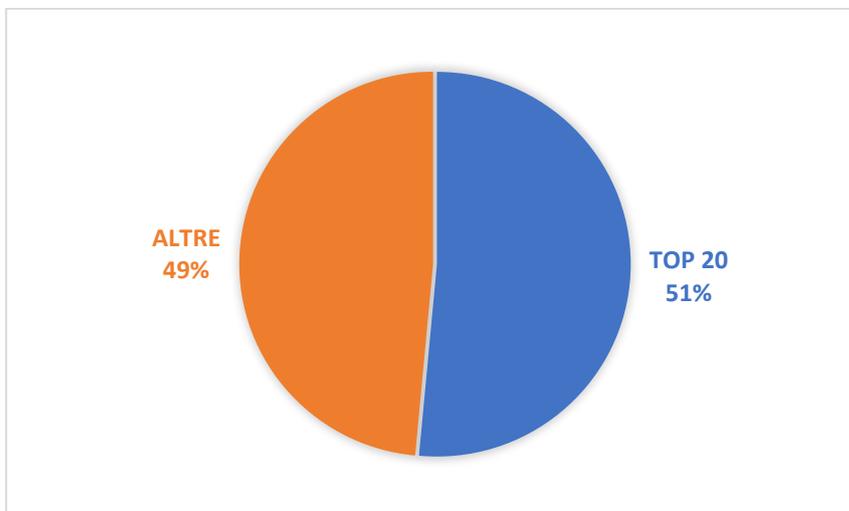


Figura 7.6 Top 20 aziende con maggiore numero di brevetti all'interno dell'insieme delle 100 aziende con più brevetti nell'arco temporale 2012 – 2021.

L'analisi dei players in questo intervallo temporale conferma quanto visto precedentemente: in quanto big players, sono presenti due realtà distinte, da un lato Adidas e Nike, realtà legate al mondo dello sportswear che si confermano leader di settore con quasi l'8% e dall'altro, con una percentuale di brevetti prossima alle quote dei due leader dello sport, il gruppo Toray,

che con il 6%, si aggiudica la posizione di big player del mondo del chimico legato al tessile (Figura 7.7). Quindi, l'innovazione tessile avviene sia lato processo e materia prima con Toray e Teijin che lato prodotto con Nike, Adidas e Puma.

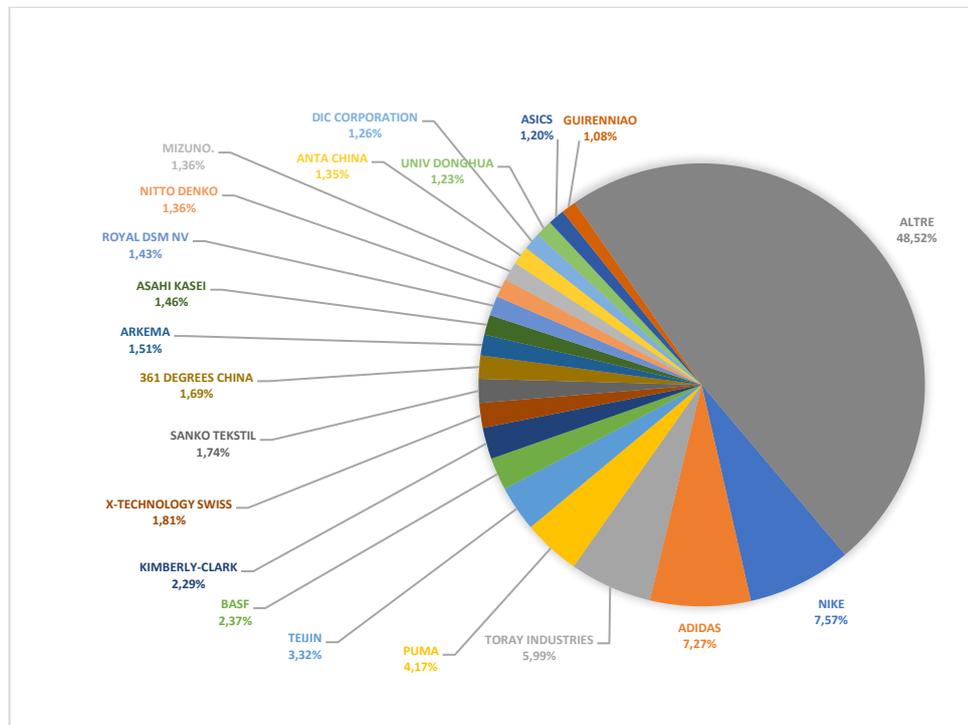


Figura 7.7 Dettaglio puntuale delle Top 20 aziende all'interno dell'insieme delle 100 aziende con maggiore numero di pubblicazioni dal 2012 - 2021

Sono state poi selezionate solo le prime 20 aziende (Figura 7.8): i due grafici successivi mostrano in termini di numero di pubblicazioni e di percentuale le migliori 20 imprese per brevetti in campo di innovazione tessile.

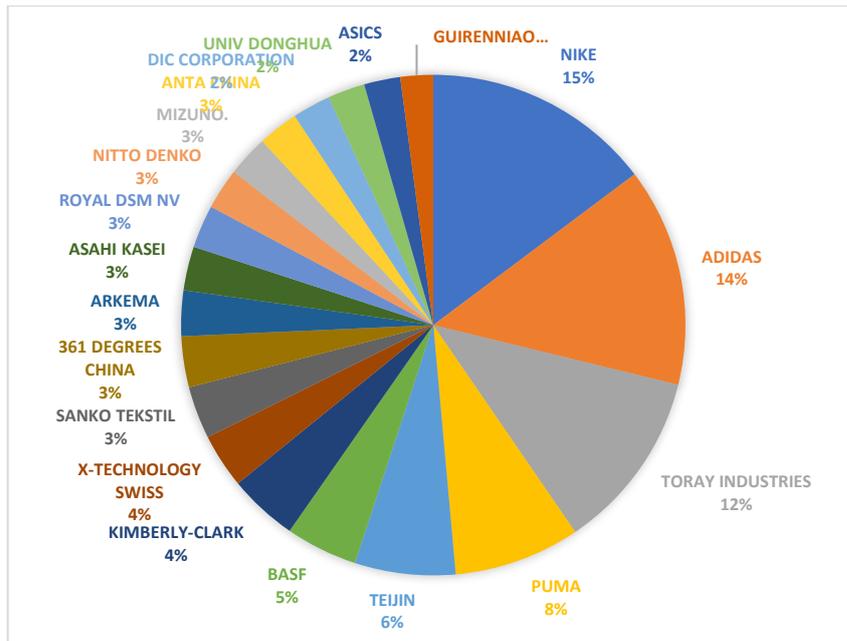


Figura 7.8 Dettaglio puntuale in termini percentuali delle Top 20 aziende per numero di brevetti dal 2012 - 2021

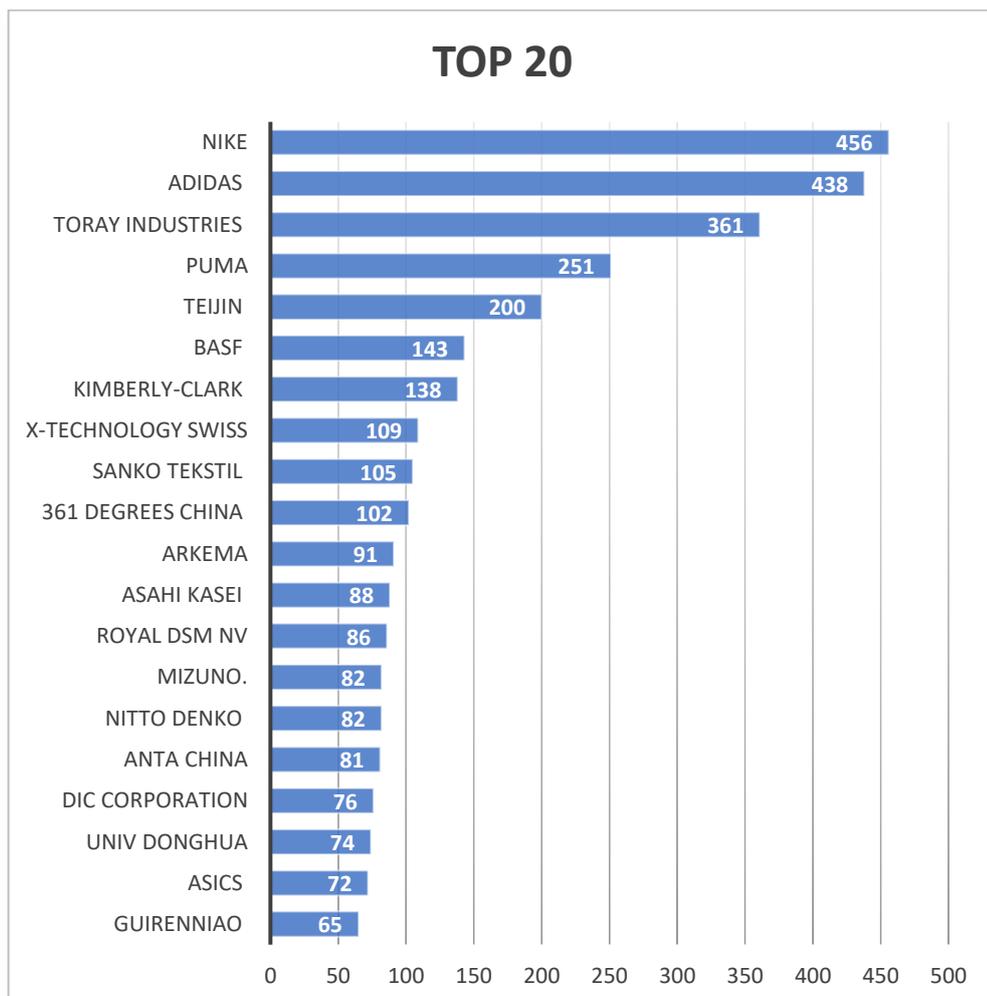


Figura 7.9 Dettaglio puntuale in termini cumulativi di Publication Number delle Top 20 aziende per numero di brevetti dal 2012 - 2021.

È facilmente visibile come i 5 maggiori players (Nike, Adidas, Toray, Puma e Teijin) rappresentino il 55%. Rispetto alla fotografia del dataset generale, emerge che il gruppo Salomon, per anni leader nel settore dell'abbigliamento da trail running, escursionismo, sci, corsa su strada e snowboard e che deteneva una quota pari al 9%, non compare più. Ad oggi, infatti, il 95% dei suoi brevetti sono decaduti e solo il 4% è nella condizione Alive (*Allegato 3.2*). Il motivo, probabilmente, è stata l'acquisizione di Salomon da parte, prima del gruppo Adidas, poi del gruppo Amer Sport e dal 2019 dal gruppo cinese Anta Sport. Non è un caso quindi che Salomon abbia toccato il massimo nel 1998, anno in cui è stata acquisita da Adidas e dopo abbia iniziato il suo lento declino (*Figura 7.10*) riducendo notevolmente la sua attività innovativa in campo tessile.

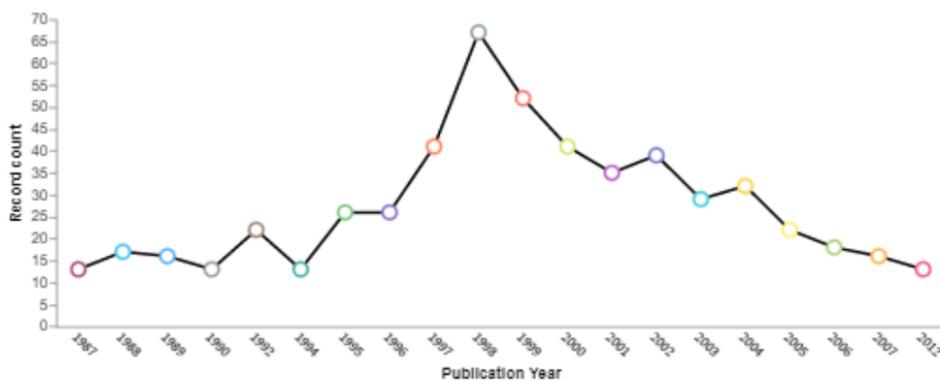


Figura 7.10 Publication trend Salomon 1967 -2012. Fonte: Derwent

È possibile però vedere che all'interno delle migliori 5 rientra la giapponese Teijin, compagnia chimica e farmaceutica che opera in cinque principali settori: fibre sintetiche, materie plastiche, farmaceutico, commerciale e IT.

7.1 Qualità dei brevetti

Dopo aver analizzato i players, è stato utile indagare in maniera più approfondita quanto i loro brevetti siano qualitativamente rilevanti. Per misurare la qualità di un brevetto il parametro da tenere in considerazione sono le Forward Citations, le citazioni che quel brevetto ha ricevuto. Queste sono un indicatore di quanto un determinato brevetto contribuisca al processo innovativo e tecnologico. È intuibile, quindi, che a fare la differenza non sono tanto la numerosità dei brevetti ottenuti, ma quanto questi possano essere punto di partenza per ulteriori invenzioni.

Sono state effettuate due tipologie di analisi. Nella prima le variabili utilizzate sono state il numero di pubblicazioni e la media del numero di citazioni ricevute per azienda. È stata

costruita una tabella pivot in cui sono stati inseriti la somma di Publication Number e la somma di Count of Citing Patents; quest'ultimo campo è stato inserito su Darwent prima dell'export su Excel e tiene conto di quante volte un brevetto sia stato citato. Filtrando per Assignee e successivamente dividendo il numero di citazioni totali ricevute per il numero totale di brevetti, è stato possibile ottenere in media quanto fossero rilevanti i brevetti di quel player. Questi dati sono stati poi inseriti in una tabella in modo da ottenere un grafico di dispersione (Figura 7.11). Ciò che emerge immediatamente dal grafico è il discostamento di Adidas rispetto ai suoi competitors: l'azienda conferma, infatti, la sua posizione in quanto leader di settore. Ha ottenuto il punteggio maggiore (circa 8) e questo indica che i suoi brevetti sono significativi sia a livello quantitativo sia a livello qualitativo.

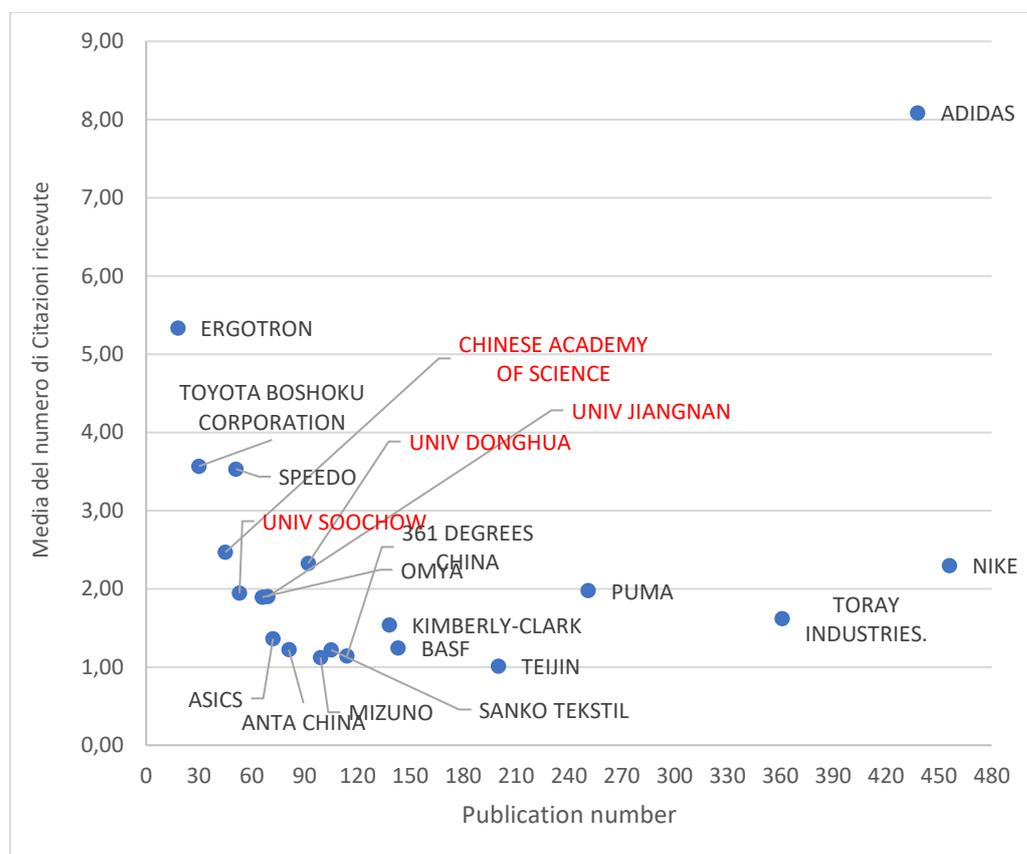


Figura 7.11 Confronto tra numero medio di citazioni e totale dei brevetti per player

Un altro cluster emergente fa riferimento alle aziende Nike e Toray: data la loro posizione è evidente come negli anni abbiano sviluppato una notevole attività inventiva (numero di brevetti elevato) nonostante non sia stata spunto di partenza per altri brevetti. Il numero medio di citazioni per brevetto è infatti circa 2.

Da notare è la posizione di Toyota, Ergotron e Speedo, aziende che fino ad ora non erano comparse nelle precedenti analisi. Queste aziende vantano un portafoglio di brevetti esiguo ma che ha ricevuto molte citazioni. In questa posizione si trovano infatti le aziende che introducono nel mercato brevetti particolarmente innovativi (ad esempio le prime due aziende citate si occupano della produzione di macchinari per la realizzazione dei tessuti). L'ultimo cluster individuato (quello più popolato) è composto dalle aziende che hanno una bassa attività inventiva e i cui brevetti non hanno ricevuto molte citazioni. Si tratta di aziende chimiche e/o marchi di prodotti sportivi. Questo dato supporta la tesi avallata inizialmente, relativa alla frammentazione del mondo tessile. Nulla esclude che in futuro possano comparire anche aziende che si occupano di elettronica o informatica, o aziende nate da partnership fra tessile e hi-tech. Infine, sono state riportate in rosso le università, le quali costituiscono veri e propri centri propulsori per l'innovazione riportando un punteggio pari a 2,5 (pochi brevetti ma qualitativamente rilevanti).

La seconda analisi nasce dall'osservazione che i brevetti datati hanno una probabilità maggiore di ricevere citazioni rispetto a quelli più recenti. Per tenere conto di questo aspetto, al fine di avere un quadro più chiaro, si è deciso di eseguire una somma pesata delle citazioni ricevute. In primis, è stata costruita una tabella pivot in cui si tenesse conto della somma delle citazioni ricevute scaglionate per anno (dal 2012-2021). Filtrando per Optimized Assignee, è poi stato possibile costruire una tabella che riassume i dati ottenuti tramite la pivot. Successivamente si è scelto di assegnare i pesi crescenti da 1/10 a 10/10 che tenessero conto degli anni e si è assegnato peso 1/10 ai brevetti del 2012, 1/9 ai brevetti del 2013 e così fino ai brevetti del 2021, ai quali è stato dato peso 10/10 proprio perché più recenti. La formula è la seguente:

$$\frac{\sum_{i=1}^{i=10} (\text{numero di citazioni ricevute})_i * \frac{1}{i}}{\frac{10}{\text{numero di brevetti}}}$$

(dove con i=10 si identifica l'anno 2012, i=9 l'anno 2013 e così via fino a i=1 che si riferisce all'anno 2021)

Il risultato è simile a quello ottenuto nella prima analisi, ma in questo caso si è tenuto conto anche della probabilità di citazione dovuta agli anni (*Figura 7.12*).

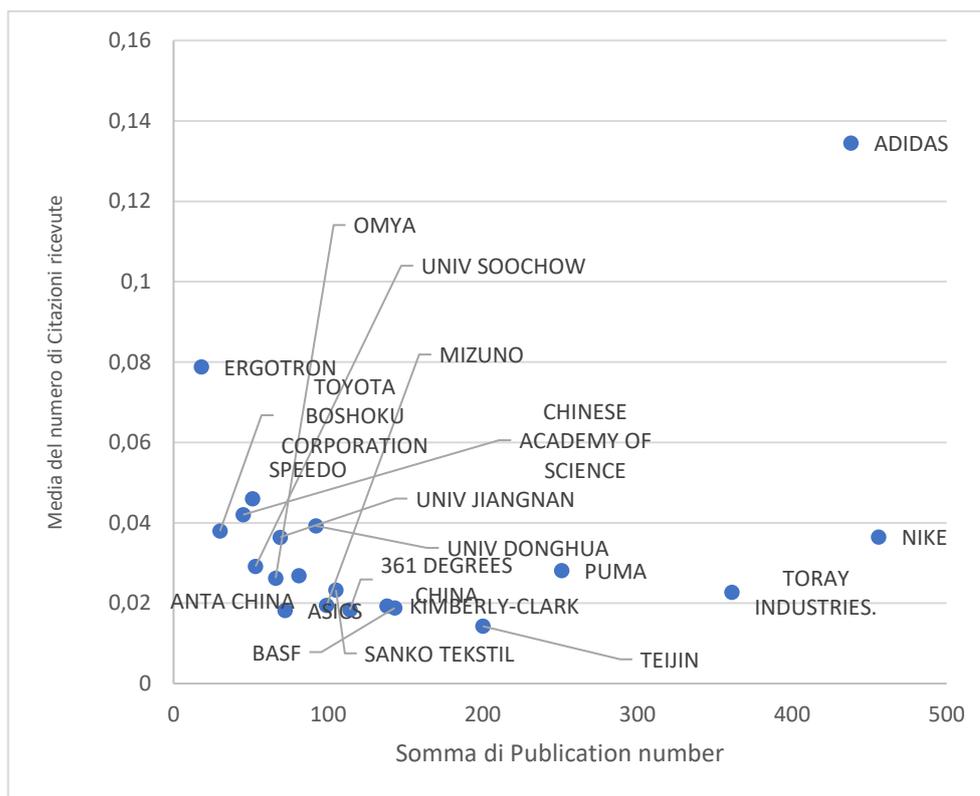


Figura 7.12 Confronto tra numero medio di citazioni e totale dei brevetti per player

Complessivamente, si può concludere che Adidas risulta leader sia come numerosità del portafoglio brevetti, sia per la qualità degli stessi. Lo stesso non si può dire per Nike, Toray, Puma e Teijin, le quali nelle analisi dei paragrafi precedenti rientravano nella classifica delle top 5 aziende leader. Se da un lato è vero che possiedono molti brevetti, dall'altro la qualità associata ad essi è scarsa (risultano infatti migliori i brevetti di Ergotron, Speedo e Toyota).

8. Ambiti Tecnologici

Per classificare gli ambiti tecnologici di maggior interesse le variabili utilizzate sono la sottoclasse dei codici IPC (quindi i primi 4 caratteri del codice) e il numero di records totali (56.651). I codici individuati fanno parte della selezione presente nella query.

È bene notare che ad ogni brevetto però può essere associato più di un codice IPC, quindi lo stesso brevetto può essere conteggiato in più sottoclassi.

I grafici successivamente presentati si riferiscono a tutto il dataset di 56.651 brevetti.

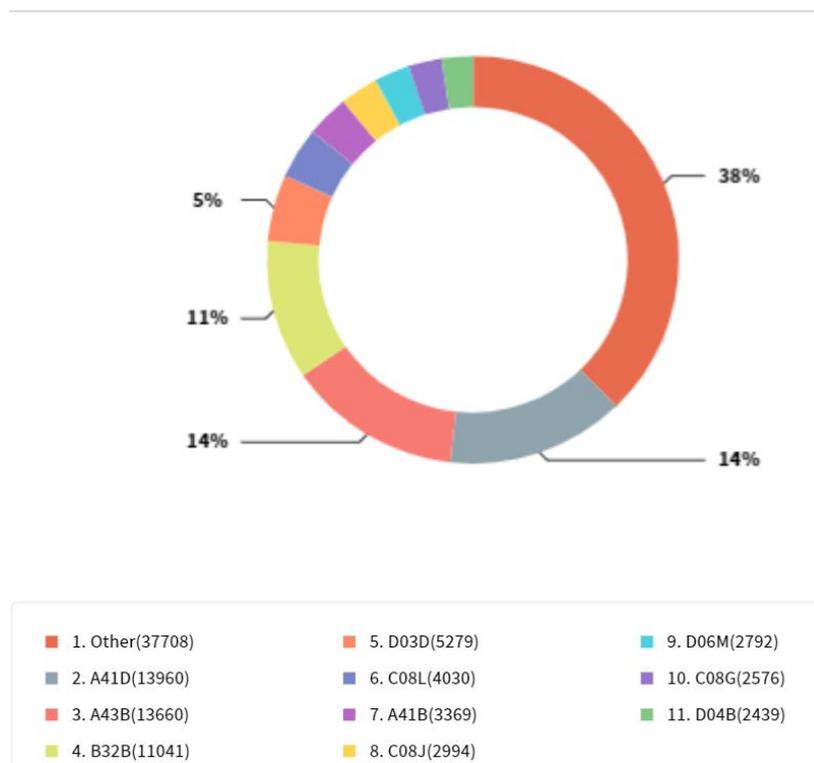


Figura 8.1 Codici IPC con maggiore numero di brevetti rispetto al dataset totale (Other). Fonte: Derwent

Stilando un ranking, le prime 10 sottoclassi detengono il 62% del totale di codici IPC selezionati (Figura 8.1). Se si pone l'attenzione sulla classe, emerge che all'interno di questo ranking, fra le 7 classi presenti nella query (classi selezionate A, B, C, D, E, F, G, H Appendice 2), compaiono come classi di maggior interesse la classe A, B, D e C.

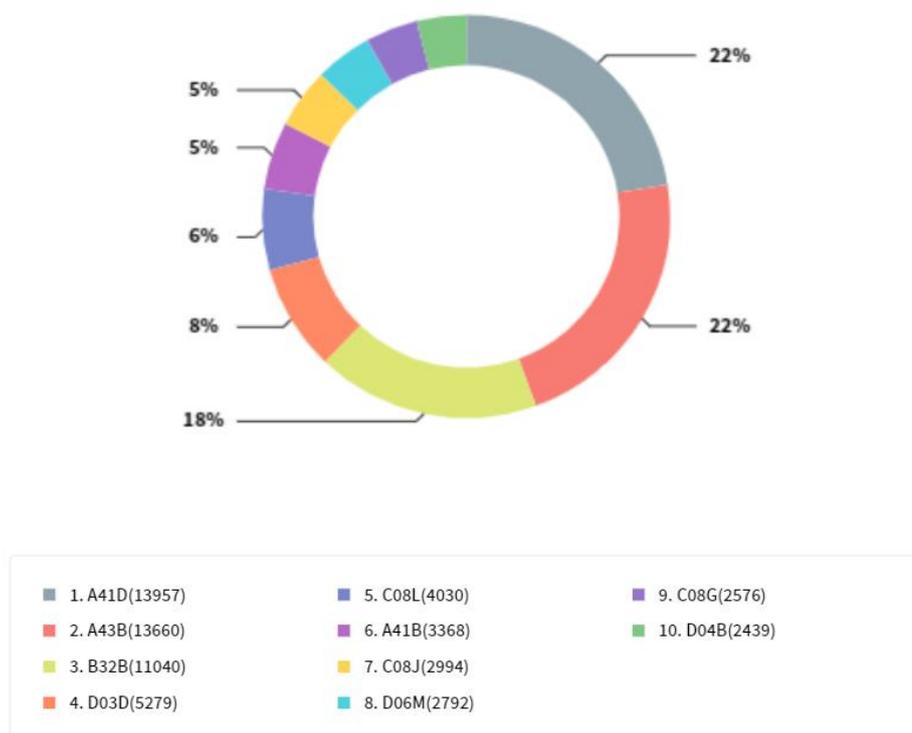
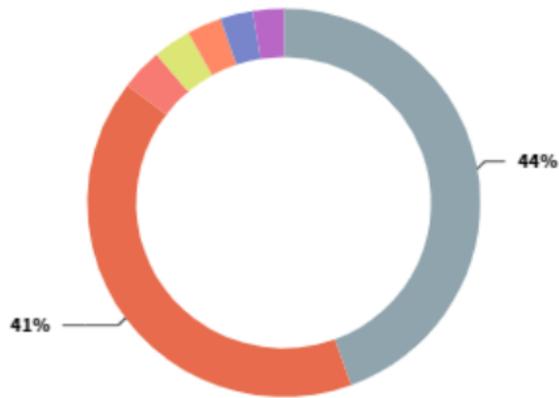


Figura 8.2 Dettaglio percentuale dei primi 10 codici IPC con maggiore numero di brevetti. Fonte: Derwent

Per analizzare gli ambiti tecnologici ci si è focalizzati, all'interno del ranking dei 10 codici IPC più richiesti, sui primi 5 (nel grafico presenti come TOP 5 IPC SUBCLASSES) che rappresentano il 44% del totale e il 75% dei primi 10 codici IPC più usati (Figura 8.2, Figura 8.3). Il trend delle pubblicazioni relative a queste 5 sottoclassi è crescente, soprattutto per la classe A41D che è quella dedicata all'abbigliamento (Figura 8.4).



- 1. TOP 5 IPC SUBCLASSES(42926)
- 2. Other(39567)
- 3. A41B(3369)
- 4. C08J(2994)
- 5. D06M(2792)
- 6. C08G(2576)
- 7. D04B(2439)

Figura 8.3 Aggregazione dei primi 5 codici IPC rispetto al totale dei codici IPC con più numero di brevetti. Fonte: Derwent

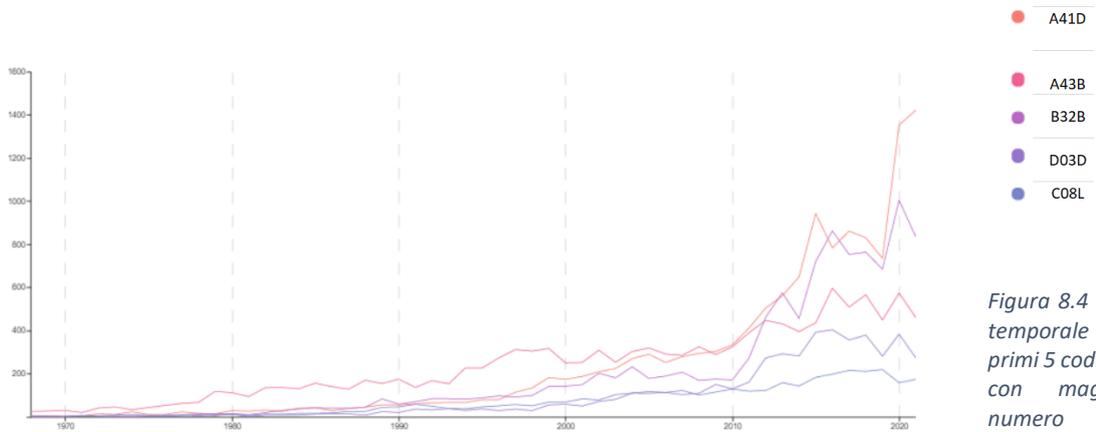


Figura 8.4 Trend temporale dei primi 5 codici IPC con maggiore numero di brevetti

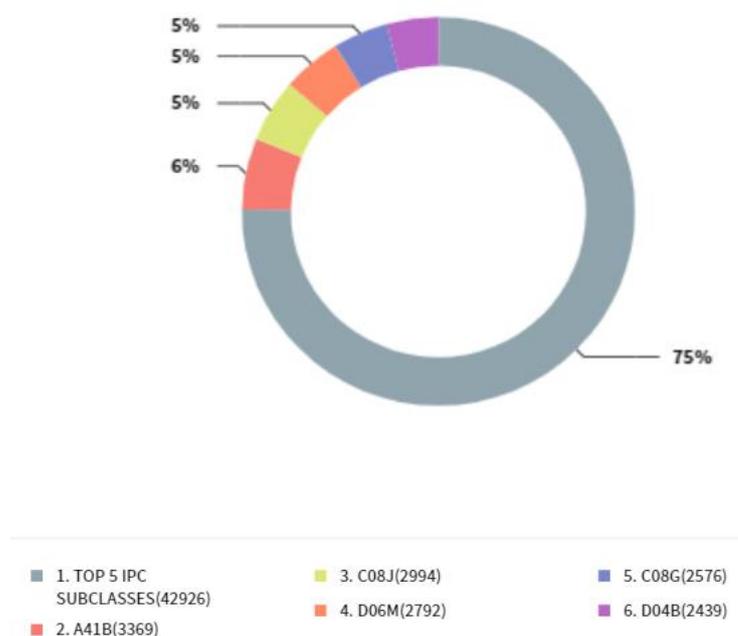


Figura 8.5 Aggregazione dei Top 5 codici IPC rispetto ai primi 10 codici IPC con più brevetti

Pari merito e con una quota del 22%, è possibile trovare la A41D e A43B (Figura 8.2). Fanno entrambe parte della classe A e più nel dettaglio, la A41D riguarda l'abbigliamento e gli indumenti di protezione e la A43B è la sezione dedicata alle calzature sportive. Questo non sorprende dato che fra i big players del settore compaiono Adidas, Puma, Salomon e Nike.

Se ci si sofferma invece nell'innovazione intesa lato tessuto è presente la sottoclasse B32B dedicata ai prodotti stratificati. A questa classe appartengono 11040 brevetti, ovvero il 18% del ranking delle top 10 e si posiziona al terzo posto. Di questi, il 56% appartiene alla sezione B32B27 ovvero quella dedicata ai prodotti stratificati che comprendono resina sintetica sotto forma di fibre accanto a uno strato fibroso o comprendente poliolefine, poliammidi, poliesteri, poliuretani (B32B 27/40). Un esempio è il tessuto brevettato da Toray il 1° gennaio 2021 (CN107529840B): l'invenzione riguarda un panno impermeabile ma permeabile all'umidità con uno strato protettivo e una pellicola microporosa in polietilene.

La quarta classe con maggiore numero di brevetti è la D03D che riguarda i tessuti intrecciati. All'interno di questa sottoclasse, la sezione con il maggior numero di records è la D03D 15/00, ovvero "i tessuti caratterizzati dal materiale, dalla struttura o dalle proprietà delle fibre, filamenti, filati, fili o altri elementi di trama o ordito utilizzati" e la D03D 13/00 che tratta di

“tessuti caratterizzati dalla speciale disposizione dei fili di ordito o di trama, ad esempio con fili di trama curvi, con fili di ordito discontinui, con ordito o trama diagonali”.

Infine, è possibile trovare anche la sottoclasse C08L che fa parte della classe dedicata alla chimica. Nello specifico, la C08L contiene i brevetti inerenti a “Composizioni di composti macromolecolari” ovvero, composizioni a base di monomeri polimerizzabili.

Nel grafico seguente (*Figura 8.6*) è possibile notare la correlazione fra i players e l’ambito di sviluppo tecnologico di maggior interesse. Emerge subito che i gruppi dedicati allo sportswear come Adidas, Nike, Salomon e Puma nel tempo abbiano concentrato i loro sforzi circa l’ambito delle calzature (A43B) mentre il gruppo Toray verso ambiti di sviluppo tessile come D03D, C08L e B32B.

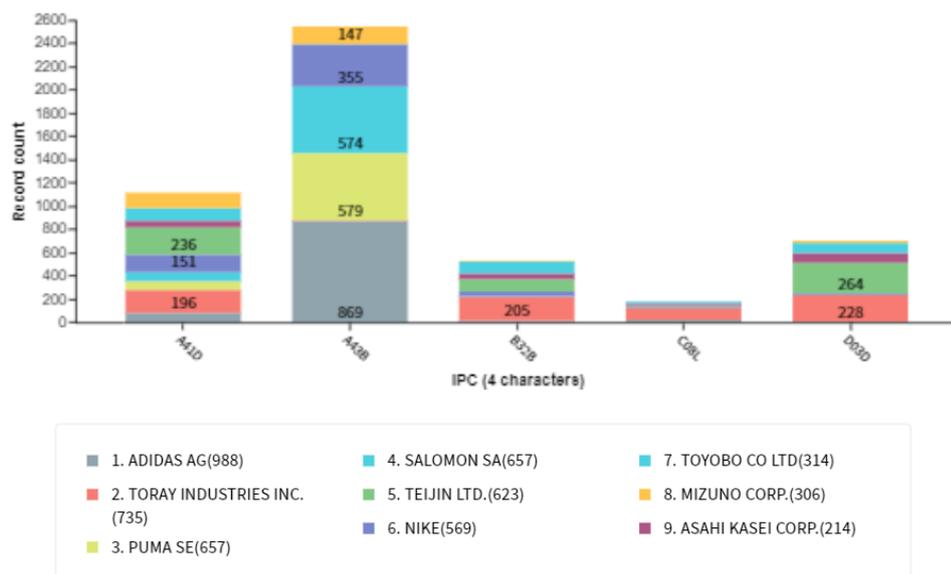


Figura 8.6 Correlazione fra i migliori Optimized Assignee e i loro principali ambiti tecnologici (codici IPC). Fonte: Derwent

Per analizzare invece la classifica negli ultimi 10 anni (contenente 29749 brevetti), è stata costruita una tabella pivot su Excel in cui nelle righe sono state inserite le sottoclassi brevettuali e nei filtri l'Optimized Assignee.

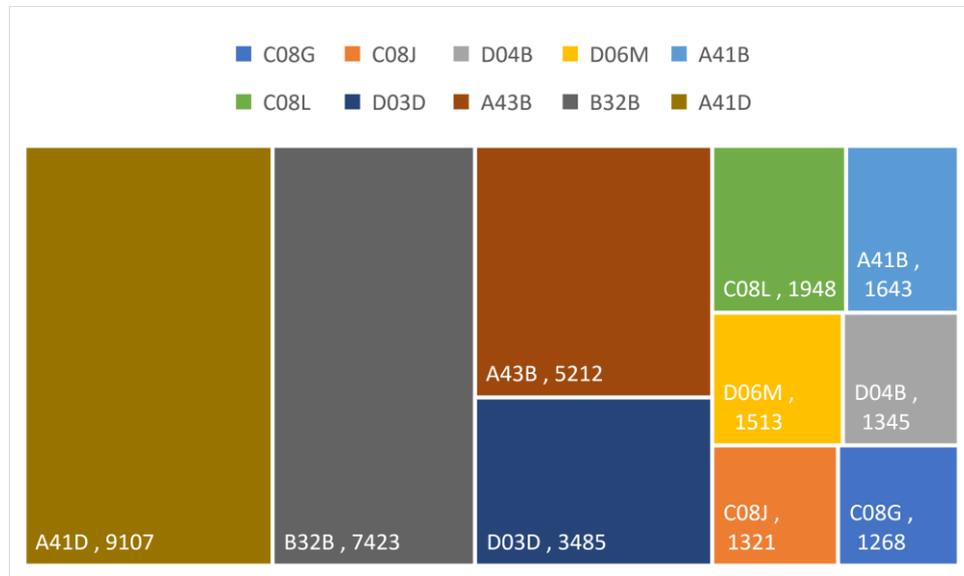


Figura 8.7 Top 10 codici IPC sulla base del numero di brevetti 2012 - 2021

Aggregando i codici per i primi 4 caratteri e ordinando in modo decrescente, la classe con più records è la A41D che rappresenta il 26% (Figura 8.8): da ciò che emerge che, quindi, durante questo intervallo temporale, il settore conferma il suo interesse principale verso l'abbigliamento.

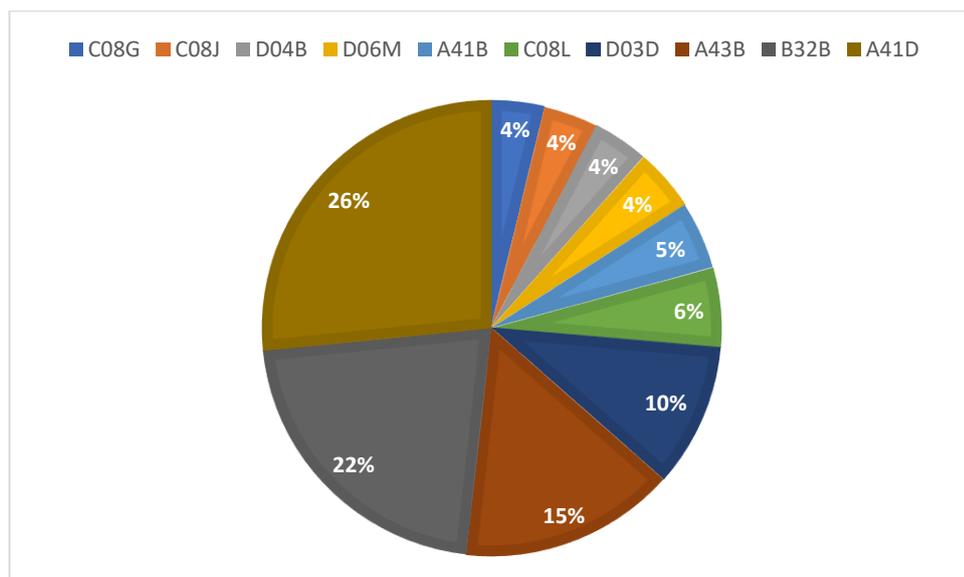


Figura 8.8 Percentuale dei Top 10 codici IPC sulla base del numero di brevetti 2012 - 2021

Si nota infatti come la sottoclasse A43B sia passata da primo al terzo posto con il 15% del totale dei brevetti degli ultimi 10 anni (rispetto al 22%).

I brevetti della classe B32B dal 2012 al 2020 sono passati da 467 a 1048 (Figura 8.9): questo è indice del fatto che l'interesse per i tessuti stratificati sia cresciuto in maniera costante negli anni. Accanto a questo, seppur in maniera minore, anche la sottoclasse D03D ha visto un aumento costante: dai 277 brevetti del 2012 si è passati ai 408 del 2020.

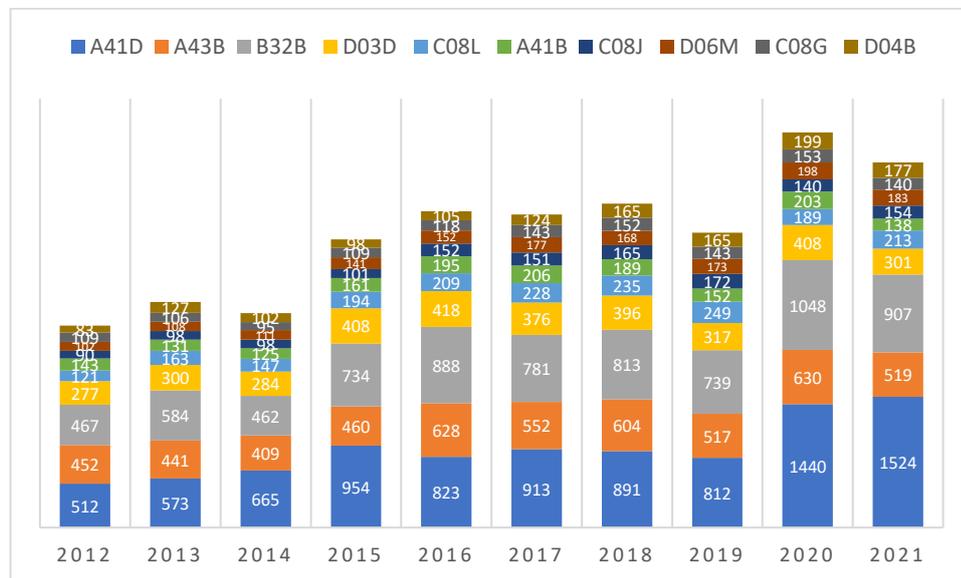


Figura 8.9 Trend temporale 2012 - 2021 dei codici IPC

Particolare attenzione si deve alla classe A41D che, come presentato precedentemente, si conferma al primo posto e si riferisce all'abbigliamento e agli indumenti di protezione. L'aumento di interesse per tessuti protettivi potrebbe essere dato dal fatto che l'abbigliamento, proprio perché a contatto perenne con il corpo, si presta ad essere un ottimo strumento per rilevare, misurare e monitorare parametri sia biometrici che esterni. Se ad esempio si filtrano i dati del dataset aggiungendo la parola "musk" emerge infatti quanto detto prima: nel grafico sottostante è possibile notare l'impennata del trend relativo all'interesse circa la brevettazione di mascherine (si è passati da 512 brevetti nel 2012 a 1524 brevetti nel 2020). Si può quindi supporre che questo trend sia destinato a crescere in futuro, soprattutto dopo la pandemia da Covid-19 e all'esigenza costante di protezione da virus.

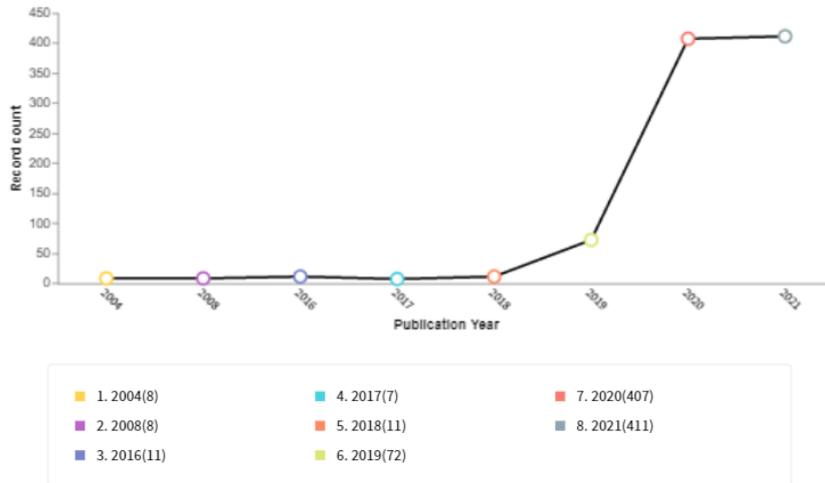


Figura 8.10 Trend temporale della parola “musk” all’interno del dataset 2012-2021. Fonte: Derwent

Infine, analizzando i players del settore tessile correlati all’ambito tecnologico di brevettazione, emergono due situazioni distinte: mentre i gruppi dello sportswear e più precisamente footwear come Nike, Adidas, Puma negli ultimi 10 anni hanno principalmente brevettato le innovazioni riguardo l’ambito delle calzature (A43B), i gruppi come Toray e Teijin si sono concentrati più sull’ambito proprio del tessuto con le classi B32B, D03D, D04B, D06M e D02G.

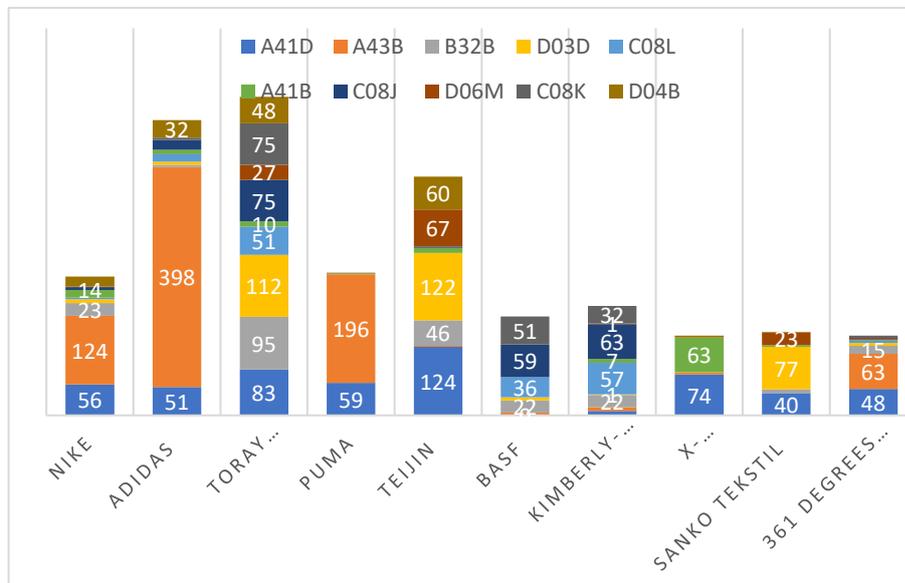


Figura 8.11 Correlazione players-codici IPC di interesse (2012-2021)

9. Conclusioni

Dopo aver analizzato la letteratura e aver indagato, tramite il PLR, il trend temporale, la geografia, i players e l'ambito tecnologico, è possibile poter affermare che il settore tessile, da sempre considerato un settore tradizionalista, stia progredendo verso una graduale innovazione.

Il maggiore ambito di interesse dei tessuti innovativi riguarda l'abbigliamento, sia esso inteso a scopo medicale, di sicurezza, sportivo o fashion. Proprio per la sua natura non invasiva, l'abbigliamento si presta ad essere un'ottima "piattaforma" per il rilevamento, il monitoraggio di parametri vitali (battito cardiaco, temperatura corporea, livelli di pH) ed esterni (qualità dell'aria, emissioni nocive...) e lo scambio di informazioni con dispositivi come PC o smartphone.

L'epidemia verificatasi a causa del virus SarsCov2 potrebbe determinare un forte impulso per lo sviluppo di smart textiles dovuto dalla necessità sia di protezione che di monitoraggio e di mappatura dei potenziali rischi di contagio. Come, infatti, presentato in questa tesi, sono diverse le ricerche per la prototipazione e successiva produzione di mascherine o abbigliamento intelligente capace di rilevare la presenza di virus nell'aria, emettere segnali di feedback e comunicare le informazioni a device esterni.

Ciò che emerge dall'analisi complessiva è il divario attuale fra la moltitudine di ricerche e articoli accademici e il numero di brevetti ancora esiguo. Questo potrebbe essere simbolo del fatto che il settore per molti versi è ancora inesplorato e i suoi confini non sono ancora ben stabiliti. Proprio la definizione di brevetto implica che esso debba poter avere una applicazione industriale e le difficoltà riscontrate come la resistenza al lavaggio, allo stiro, all'usura, o la mancanza di standard di sicurezza, l'alimentazione, o ancora il processo che porta alla creazione di smart textiles, costituiscono ad oggi dei campi da esplorare.

Una difficoltà riscontrata in questo lavoro è stata l'individuazione di un dominio preciso di ricerca in quanto sono coinvolti non solo il settore prettamente tessile, ma anche quello della fisica, della chimica, dell'elettronica, dell'informatica, del design. Inoltre, anche gli ambiti risultano essere differenti in quanto le innovazioni riguardano sia il tessuto stesso, sia il processo di creazione, i macchinari, le tecniche produttive e i vari trattamenti.

Dall'analisi del dataset è emerso che il settore risulta molto frammentato e coinvolge una varietà differente di attori. Ad oggi i maggiori players emersi dal PLR coinvolgono due

realità distinte: da un lato è possibile trovare colossi dell'abbigliamento sportivo come Adidas, Nike e Puma, i cui brevetti riguardano principalmente calzature e abbigliamento sportivo, dall'altro lato sono presenti le aziende che si occupano di ricerca e creazione di fibre e tessuti innovativi e performanti come Toray e Teijin.

Non si esclude che, dato che i tessuti si prestano ad essere un buon veicolo per lo scambio di informazioni, nei prossimi anni possano essere presenti anche aziende leader dell'elettronica e dell'informatica. Già adesso nel dataset sono presenti, seppur in maniera esigua, alcuni brevetti di Samsung e Siemens ma anche di IBM e General Electric.

La Cina sicuramente ha un ruolo predominante. Come già visto il 35% del totale e il 61% degli ultimi 10 anni dei brevetti sono di provenienza cinese, quindi appare ovvio come questo faccia supporre che in futuro la maggior parte di innovazioni riguardanti questo settore arriverà proprio dall'Asia.

In conclusione, è possibile supporre che l'interesse per il tessile intelligente è destinato a crescere e che solo l'attiva collaborazione e sinergia fra settori eterogenei costituirà la chiave di volta per il raggiungimento di soluzioni di mercato.

Allegati

Allegato 1

Query finale con 56.651 records

(((((IC=((A41B0001) OR (G16Y) OR (H05K) OR (C08) (A41B0009) OR (A41B0011) OR (A41B0017) OR (A41D0007) OR (A41D0013) OR (A41D0015) OR (A41D001901) OR (A41D0019015) OR (A41D0020) OR (A41D0023) OR (A41D0031) OR (A41H000308) OR (A42B0001008) OR (A42B0001009) OR (A42B0001019) OR (A42B00010192) OR (A42B00010195) OR (A42B000118) OR (A43B0001) OR (A43B0005) OR (A43B0007) OR (A43B0013) OR (A43B001708) OR (A43B001710) OR (A43B001714) OR (A43C0015) OR (A61L0015) OR (A62D0005) OR (B32B0001) OR (B32B000310) OR (B32B000312) OR (B32B000314) OR (B32B000316) OR (B32B000318) OR (B32B000320) OR (B32B000322) OR (B32B000324) OR (B32B000326) OR (B32B000328) OR (B32B000330) OR (B32B000502) OR (B32B000504) OR (B32B000506) OR (B32B000508) OR (B32B000510) OR (B32B000512) OR (B32B000518) OR (B32B000520) OR (B32B000526) OR (B32B0007) OR (B32B0009) OR (B32B0019) OR (B32B002702) OR (B32B002712) OR (B32B002732) OR (B32B002734) OR (B32B002736) OR (B32B002738) OR (B32B002740) OR (B32B002742) OR (B32B0033) OR (B41M) OR (B60N0099) OR (B60R0099) OR (B63C000908) OR (B63C0009087) OR (B63C0009093) OR (B63C0009105) OR (B63C000911) OR (B63C0009115) OR (B63C0009125) OR (B63C000913) OR (B63C0009135) OR (B63C000915) OR (B63C000918) OR (B63C000919) OR (B63C000920) OR (B68G0005) OR (C08L0067) OR (C08L0069) OR (C08L0071) OR (C08L0075) OR (C08L0077) OR (D01B0009) OR (D01C0001) OR (D01C0003) OR (D01D0001) OR (D01D0004) OR (D01D0005) OR (D01D0007) OR (D01D0010) OR (D01D0011) OR (D01F) OR (D02G) OR (D02J) OR (D03D0001) OR (D03D0003) OR (D03D0005) OR (D03D0007) OR (D03D0009) OR (D03D0011) OR (D03D0013) OR (D03D0015) OR (D03D0017) OR (D03D0019) OR (D03D0021) OR (D03D0023) OR (D03D0025) OR (D03D0027) OR (D03D0029) OR (D03D0031) OR (D04B000102) OR (D04B000104) OR (D04B000106) OR (D04B000108) OR (D04B000110) OR (D04B000112) OR (D04B000114) OR (D04B000116) OR (D04B000118) OR (D04B000120) OR (D04B0021) OR (D06B) OR (E01C0003) OR (E04B000164) OR (E04B000176) OR (E04B000178) OR (E04B000180) OR (E04B000182) OR (E04B000184) OR (E04B000186) OR (E04B000188) OR (E04B000190) OR (F21K0002) OR (F21K0099) OR (F41H000102) OR (F41H0003) OR (G03C0001) OR (G21F0001) OR (G21F000302) OR (G21F0003025) OR (G21F000303) OR (G21F0003035))))

AND

((CTB=(SMART ADJ FABRIC) OR CTB=(shape ADJ MEMORY NEAR (textil* or fabric*)) OR CTB=(COLOR ADJ CHANG* near (textil* or fabric*)) OR CTB=(Photoch* NEAR (textil* or fabric*)) OR CTB=(photosensit* NEAR (textil* or fabric*)) or CTB=(chip NEAR (textil* or fabric*)) OR CTB=(Optical near (textil* or fabric*)) OR CTB=(GEOTEXTIL*) OR CTB=(Temperature ADJ sensitive near (textil* or fabric*)) OR CTB=(FASHION*) OR CTB=(SPORT*) OR CTB=(PLASMA NEAR (textil* or fabric*)) OR CTB=(REHAB* NEAR (textil* or fabric*)) OR CTB=(GRAPHENE NEAR TEXTIL*) OR CTB=(Conductive near10 fabric*) OR CTB=(pH adj responsive adj gel) OR CTB=(AGRICULT* NEAR (textil* or fabric*)) AND CTB=(Waterproof) OR CTB=(moisture adj permeable) OR CTB=(storm*) OR CTB=(breath* near (textil* or fabric*)) OR CTB=(PROTECTIVE MASK) OR CTB=(Self adj cleaning NEAR (textil* or

fabric*)) OR CTB=(Electronic adj information) OR CTB=(Wearable adj technology) OR
 CTB=(sensor* near (textil* or fabric* or cloth*)) OR CTB=(accelerometer) OR
 CTB=(DENIM) OR CTB=(positioning adj system near (textil* or fabric*)) OR
 CTB=(SENSIB* near (textil* or fabric*)) OR CTB=(SENSITIVE near (textil* or fabric*))
 OR CTB=(emotion adj sensing) OR CTB=(rolling adj water adj droplets) OR
 CTB=(REGENERATIVE near (textil* OR fabric*)) OR CTB=(photocatalysis near (textil*
 OR fabric*)) OR CTB=(mask near (textil* or fabric*)) or CTB=(FUNCTIONAL ADJ
 CLOTH*) OR CTB=(coaxial adj electrospinning near (textil* or fabric*)) OR
 CTB=(antibacterial near (textil* or fabric*))
 NOT
 CTB=(PET) NOT CTB=(MACHIN*) NOT CTB=(DEVIC*) NOT CTB=(EXTRUDE*) NOT
 CTB=(RECORD*) NOT CTB=(PLOUG*) NOT
 CTB=(PHOTO) NOT CTB=(APPARAT*) NOT CTB=(DEODOR*) NOT
 CTB=(VEHICL*) NOT CTB=(METAL*) NOT CTB=(BLAD*) NOT
 CTB=(PISTON*) NOT CTB=(filtr*) NOT CTB=(steer*) NOT CTB=(TOOL) NOT
 CTB=(FABRICAT*)))));

Allegato 2

SOTTOSEZIONE	CODICE COMPLETO	IPC DESCRIZIONE
A41B - CAMICIE; BIANCHERIA INTIMA; BIANCHERIA PER BAMBINI; FAZZOLETTI	A41B0001	Camicie
	A41B0009	Biancheria intima (corsetti, reggiseni A41C)
	A41B0011	Calzetteria; collant; Calze per il corpo (calze elastiche a scopo curativo A61F001308)
	A41B0017	Selezione di materiali speciali per l'intimo
A41D - ABBIGLIAMENTO; INDUMENTI DI PROTEZIONE; ACCESSORI	A41D0007	Accappatoi da bagno; Costumi da bagno, cassetti o bauli; abiti da spiaggia
	A41D0013	Indumenti protettivi professionali, industriali o sportivi
	A41D0015	Capi trasformabili
	A41D001901	con rivestimento indiviso per tutte e quattro le dita, cioè guanti
	A41D0019015	Guanti protettivi
	A41D0020	Polsini o fasce per la testa, ad esempio per assorbire il sudore
	A41D0023	Sciarpe; Foulard; fazzoletti da collo
A41D0031	Materiali appositamente adattati per i capispalla	
A41H - METODI PER LA LAVORAZIONE DI ABITI	A41H000308	Motivi sul tessuto, ad es. stampati
A42B - CAPPELLI; COPRI CAPELLI	A42B0001008	con mezzi per riscaldamento o raffrescamento
	A42B0001009	con mezzi per la riflessione della luce
	A42B0001019	caratterizzati dal loro materiale
	A42B00010192	Carta; Cartone
	A42B00010195	Antimicrobico o antibatterico
	A42B000118	Rivestimenti per proteggere cappelli, berretti o cappucci da polvere, pioggia o sole
A43B - CALZATURE	A43B0001	Calzature caratterizzate dal materiale
	A43B0005	Calzature per scopi sportivi
	A43B0007	Calzature con disposizioni sanitarie o igieniche
	A43B0013	Suole
	A43B001708	ventilato
	A43B001710	appositamente adattato per i piedi sudati; impermeabile
	A43B001714	in spugna, gomma o materiali plastici
A43C - FISSAGGI PER CALZATURE	A43C0015	Dispositivi o accessori antiscivolo
A61L - MATERIALI PER BENDE, MEDICAZIONI, TAMPONI ASSORBENTI	A61L0015	Aspetti chimici o uso di materiali per bende, fasciature o tamponi assorbenti
A62D - INDUMENTI DI PROTEZIONE DA AGENTI CHIMICI NOCIVI	A62D0005	Composizione di materiali per rivestimenti o indumenti che offrono protezione contro agenti chimici nocivi
B32B - PRODOTTI STRATIFICATI	B32B0001	Prodotti a strati aventi essenzialmente una forma generale diversa da quella piana
	B32B000310	caratterizzato da uno strato discontinuo, cioè forato o formato da pezzi separati di materiale
	B32B000312	caratterizzato da uno strato di celle disposte regolarmente sia integrali che formate singolarmente o da congiunzione di strisce separate, ad es. struttura a nido d'ape
	B32B000314	caratterizzato da uno strato frontale formato da pezzi separati di materiale
	B32B000316	assicurato a un supporto flessibile
	B32B000318	caratterizzato da uno strato interno formato da pezzi separati di materiale

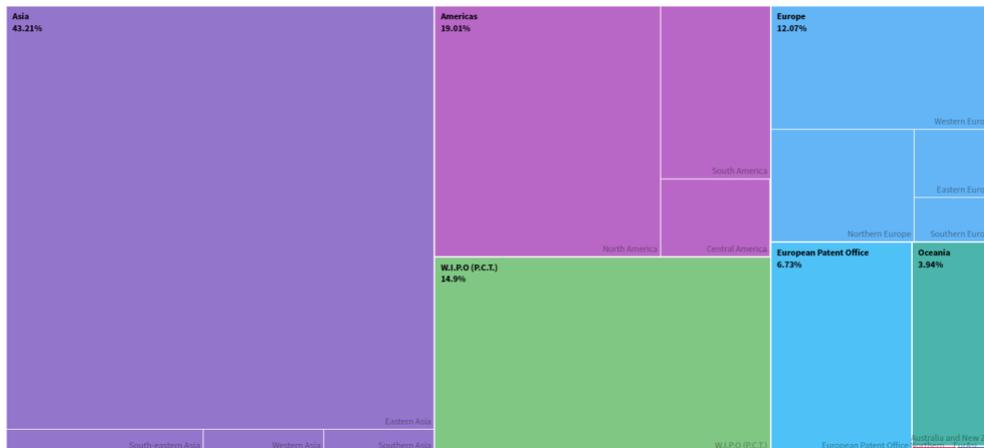
	B32B000320	di pezzi cavi, ad es. tubi; di pezzi con canali o cavità
	B32B000322	di pezzi distanziati
	B32B000324	caratterizzato da uno strato forato, ad esempio di lamiera stirata
	B32B000326	caratterizzato da una particolare conformazione del profilo della sezione trasversale di uno strato continuo; caratterizzato da uno strato con cavità o vuoti interni
	B32B000328	caratterizzato da uno strato costituito da una lamina sottile deformata, ad esempio ondulata, accartocciata
	B32B000330	caratterizzato da uno strato formato da incavi o sporgenze, ad esempio scanalato, nervato
	B32B000502	caratterizzato da caratteristiche strutturali di uno strato comprendente fibre o filamenti
	B32B000504	caratterizzato da uno strato specificamente estensibile a causa della sua struttura o disposizione
	B32B000506	caratterizzato da uno strato fibroso agugliato ad un altro strato, ad esempio di fibre, di carta
	B32B000508	le fibre o i filamenti di uno strato sono disposti in modo speciale o sono di sostanze diverse
	B32B000510	caratterizzato da uno strato fibroso rinforzato con filamenti
	B32B000512	caratterizzato dalla disposizione relativa di fibre o filamenti di strati adiacenti
	B32B000518	caratterizzato dalle caratteristiche di uno strato formato da particelle, ad esempio trucioli, fibre sminuzzate, polvere
	B32B000520	schiumato in loco
	B32B000526	un altro strato anch'esso fibroso o filamentoso
	B32B0007	Prodotti stratificati caratterizzati dal rapporto tra strat
	B32B0009	Prodotti a strati comprendenti essenzialmente una sostanza particolare non coperta da gruppi
	B32B0019	Prodotti a strati costituiti essenzialmente da fibre o particelle minerali naturali, ad esempio amianto,
	B32B002702	sotto forma di fibre o filamenti
	B32B002712	accanto a uno strato fibroso o filamentoso
	B32B002732	comprendente poliolefine
	B32B002734	composto da poliammidi
	B32B002736	composto da poliesteri
	B32B002738	composto da resine epossidiche
	B32B002740	composto da poliuretani
	B32B002742	comprendente resine di condensazione di aldeidi, ad esempio con fenoli, uree o melammine
	B32B0033	Prodotti stratificati caratterizzati da particolari proprietà o particolari caratteristiche superficiali, es. particolari rivestimenti superficiali; Prodotti a strati progettati per scopi particolari non coperti da un'altra classe unica
B60N - SEDILI APPOSITAMENTE ADATTATI PER VEICOLI; ALLOGGIO PER PASSEGGERI DEL VEICOLO NON ALTRIMENTI PREVISTO	B60N0099	Argomenti non previsti in altri gruppi di questa sottoclasse
B60R - VEICOLI, ACCESSORI PER VEICOLI O PARTI DI VEICOLI, NON PREVISTE ALTRIMENTI	B60R0099	Argomenti non previsti in altri gruppi di questa sottoclasse
B63C - VARO, ALAGGIO O ATTACCO A SECCO DI NAVI; SALVAVITA IN ACQUA;	B63C000908	Salvagenti anulari, ad es. anelli; Cinture di salvataggio, giubbotti, tute o simili
	B63C0009087	Tute, cioè che ricoprono sostanzialmente il corpo dell'utilizzatore
	B63C0009093	utilizzando materiale galleggiante solido
	B63C0009105	aventi scomparti pieni di ga
	B63C000911	imbracature

	B63C0009115	utilizzando materiale galleggiante solido
	B63C0009125	aventi scomparti pieni di gas (collegamento di valvole a corpi elastici gonfiabili)
	B63C000913	attaccabile a un membro del corpo, ad esempio braccio, collo, testa o vita
	B63C0009135	utilizzando materiale galleggiante solido
	B63C000915	aventi scomparti pieni di gas (
	B63C000918	Attrezzatura gonfiabile caratterizzata dal dispositivo generatore di gas
	B63C000919	Disposizioni per la perforazione di cartucce generatrici di gas
	B63C000920	caratterizzato da mezzi di segnalazione, ad es. luci
B68G - METODI, ATTREZZATURE O MACCHINE DA UTILIZZARE NELLA TAPPEZZERIA; RIVESTIMENTO NON PREVISTO ALTRIMENTI	B68G0005	Imbottiture resilienti per imbottiti (imbottitura finita B68G001100; ovatte, velli, stuoie o prodotti simili a struttura fibrosa, vedere le relative classi)
	B41M	Imbottiture resilienti per imbottiti (imbottitura finita B68G001100; ovatte, velli, stuoie o prodotti simili a struttura fibrosa, vedere le relative classi)
C08L COMPOSIZIONI DI COMPOSTI MACROMOLECOLARI	C08L0067	Composizioni di poliesteri
	C08L0069	Composizioni di policarbonati;
	C08L0071	Ossidi di polialchilene
	C08L0075	Composizioni di poliuree o poliuretani;
	C08L0077	Composizioni di poliammidi
D01B TRATTAMENTO MECCANICO DI MATERIALI FIBROSI O FILAMENTI NATURALI	D01B0009	Altro trattamento meccanico di materiale fibroso
D01C TRATTAMENTO CHIMICO O BIOLOGICO DI MATERIALI FILAMENTI O FIBROSI NATURALI PER OTTENERE FILAMENTI O FIBRE PER FILATURA	D01C0001	Trattamento di materiale vegetale
	D01C0003	Trattamento di materiale anima
D01D METODI MECCANICI O APPARECCHI PER LA FABBRICAZIONE DI FILAMENTI, FILATI, FIBRE,	D01D0001	Trattamento di materiale filamentososo o simile
	D01D0005	Formazione di filamenti, fili o simili
	D01D0007	Raccolta dei prodotti appena filati
	D01D0010	Trattamento fisico di filamenti artificiali
	D01D0011	Altre caratteristiche di fabbricazione
D01F - CARATTERISTICHE CHIMICHE NELLA FABBRICAZIONE DI FILAMENTI ARTIFICIALI,	D01F	CARATTERISTICHE CHIMICHE NELLA FABBRICAZIONE DI FILAMENTI ARTIFICIALI,
D02G FIBRE, FILAMENTI, FILATI O ARRICCIATURA O CRIMPATURA; FILATI O FILETTI	D02G	
D02J FINITURA O RAVVATURA DI FILATI, FILATI, CORDONI, CORDE O SIMILI (D02J	
D03D TESSUTI INTRECCIATI; METODI DI TESSITURA	D03D0001	Tessuti progettati per realizzare articoli specifici
	D03D0003	Tessuti caratterizzati dalla loro forma
	D03D0005	cimose
	D03D0007	Tessuti progettati per essere resilienti, cioè per recuperare dallo stress di compressione
	D03D0009	Tessuti traforati
	D03D0011	Tessuti doppi o multistrato non altrimenti previsti
	D03D0013	Tessuti caratterizzati dalla speciale disposizione dei fili di ordito o di trama,
	D03D0015	Tessuti caratterizzati dal materiale, dalla struttura o dalle proprietà delle fibre,

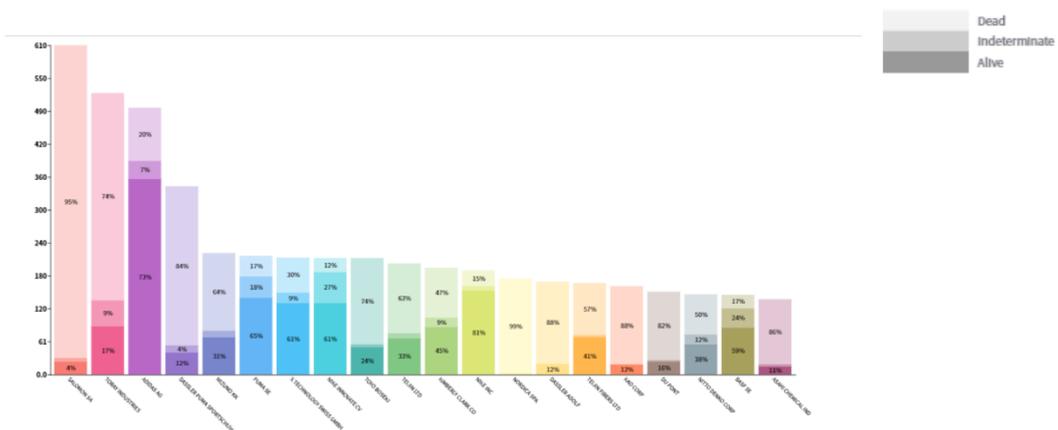
	D03D0017	Tessuti con proprietà elastiche o elastiche dovute al modo di tessitura
	D03D0019	Garze o tessuti a giro inglese
	D03D0021	Tessuti con risvolto o girevoli
	D03D0023	Metodi generali di tessitura non speciali
	D03D0025	Tessuti non altrimenti previsti
	D03D0027	Tessuti a pelo lungo
D04B MAGLIERIA	D04B000102	Tessuti a pelo o articoli con caratteristiche superficiali simili
	D04B000104	Tessuti o articoli non stirati
	D04B000106	caratterizzato dal materiale del filo
	D04B000108	caratterizzato dal materiale del filo
	D04B000110	Tessuti o articoli fantasia
	D04B000112	caratterizzato dal materiale del filo
	D04B000114	Altri tessuti o articoli caratterizzati principalmente dall'uso di particolari materiali filiformi
	D04B000116	filì sintetici
	D04B000118	filì elastici
	D04B000120	filì ondulati
	D04B0021	Processi di maglieria in catena per la produzione di tessuti o articoli non dipendenti dall'utilizzo di particolari macchine
D06B TRATTAMENTO DI MATERIALI TESSILI CON LIQUIDI, GAS O VAPORI	D06B	
E01C COSTRUZIONE DI, O SUPERFICI PER, STRADE, CAMPI SPORTIVI O SIMILI;	E01C0003	Fondazioni per pavimentazioni
E04B COSTRUZIONI EDILIZIE GENERALI;	E04B000164	per rendere impermeabile; Protezione contro la corrosione
	E04B000176	in particolare rispetto al solo calore (isolamento termico in genere
	E04B000178	Elementi termoisolanti
	E04B000180	
	E04B000182	in particolare per quanto riguarda il solo suono (smorzamento del rumore in condotti o canali E04F001700; smorzamento del rumore in generale
	E04B000184	Elementi fonoassorbenti
	E04B000188	Elementi isolanti sia termici che acustici
F21K SORGENTI LUMINOSE NON ELETTRICHE UTILIZZANDO LUMINESCENZA	F21K0002	Sorgenti luminose non elettriche che utilizzano luminescenza (
	F21K0099	Argomenti non previsti in altri gruppi di questa sottoclasse
F41H MEZZI DI ATTACCO O DIFESA, ad es. MIMETICA	F41H000102	Indumenti corazzati o resistenti ai proiettili o ai missili; Tessuti di protezione composit
	F41H0003	Camuffamento, ovvero mezzi o metodi per l'occultamento o il travestimento
G03C MATERIALI FOTOSENSIBILI	G03C0001	Materiali fotosensibili
G21F PROTEZIONE CONTRO RADIAZIONI X,	G21F0001	Schermatura caratterizzata dalla composizione del materiale
	G21F000302	Capi di abbigliamento
	G21F0003025	Abbigliamento che circonda completamente chi lo indossa
	G21F000303	Grebbiuli
	G21F0003035	Guanti

Allegato 3

3.1 Percentuale di brevetti a livello di macro aree geografiche. Fonte: Derwent



3.2 Players e condizione dei brevetti. Fonte: Derwent



Bibliografia

- La chimica che ha cambiato il mondo in cui viviamo. F. Trifirò
- The Dawn of a New Materials Age, CRAIG A. ROGERS. Center for Intelligent Material Systems and Structures Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia 24061-0261
- Smart textiles (2): Active smart. Zhang, X. X., & Tao, X. (2001).
- The application of smart fibers and smart textiles. T Dangl and M Zhao
- Printable Smart Pattern for Multifunctional Energy-Management E-Textile. Mingchao Zhang, Mingyu Zhao
- Improving the sustainability of smart textiles. Ossevoort, S. H. W. (2013)
- Smart Textiles Testing: A Roadmap to Standardized Test Methods for Safety and Quality-Control. Ikra Iftekhar Shuvo, Justine Decaens, Dominic Lachapelle e Patricia I. Dolez
- Stimuli-responsive polymer systems—Recent manufacturing techniques and applications. A. Kaynak and A. Zolfagharian (2019)
- Shape Memory Investigation of α -Keratin Fibers as Multi-Coupled Stimuli of Responsive Smart Materials. Xiao, Hu
- Designing Wearable Sensors for Preventative Health: An Exploration of Material, Form and Function. Prah A.
- Smart Textiles Testing: A Roadmap to Standardized Test Methods for Safety and Quality-Control Di Shuvo, Decaens, Lachapelle, Dolez
- Smart textiles: A toolkit to fashion the future, Journal of Applied Physics 129, 130903 (2021); Rebecca R. Ruckdashel, Dhanya Venkataraman, and Jay Hoon Parka)
- Fiber-based wearable electronics: a review of materials, fabrication, devices, and applications. W. Zeng, L. Shu, Q. Li, S. Chen, F. Wang and X.M. Tao
- Smart Clothes and Wearable Technology, J McCann, D Bryson
- Towards the Internet of smart clothing: A review on IoT wearables and garments for creating intelligent connected e-textiles. TM Fernández-Caramés e P. Fraga-Lamas

- The application of smart fibers and smart textiles. T Dang and M Zhao 2021
- Tessuti in polietilene sostenibili con trasporto dell'umidità ingegnerizzato per il raffreddamento passivo. Fasano, Asinari
- Wearable materials with embedded synthetic biology sensors for biomolecule detection. Q. Nguyen, Soenksen, Donghia, Angenent-Mari, Helena de Puig, Huang, Lee, Slomovic, Galbersanini, Lansberry, Sallum, Evan M. Zhao, James B. Niemi & James J. Collins
- Dove sta andando l'industria tessile e dell'abbigliamento cinese? China Policy Institute. 24 luglio 2015
- Innovazione e sostenibilità nell'industria tessile. Aurora Magni, Noè Carlo
- "EUROPE TEXTILE INDUSTRY - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2021 - 2026)" – Report Linker
- Tessuti innovativi e smart per la protezione solare. Katia Gasparini, Chiara Gregoris
- Functionally Graded Knitted Actuators with NiTi-Based Shape Memory Alloys for Topographically Self-Fitting Wearables. Rachael Granberry, Kevin Eschen, Brad Holschuh, Julianna Abel
- Data Storage and Interaction using Magnetized Fabric. Justin Chan and Shyamnath Gollakota
- Sustainability in Fashion and Textile. P Pandit, BN Annaldewar, A Nautiyal
- L'industria della moda ed il difficile raggiungimento degli obiettivi dello Sviluppo sostenibile, CECILIA FRAJOLI GUALDI
- Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives. Michael Meyer, Sascha Dietrich, Haiko Schulz and Anke Mondschein
- Product Innovation: Core to Continued Success. Byoung-ho Jin, Elena Cedrola
- Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. European Commission
- Textile-Exchange_Preferred-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021
- EPO - 2015 - Guidelines for Preparing Patent Landscape Reports Guidelines for Preparing Patent Landscape Reports
- Euratex 2020 – Facts, Key and Figures

Sitografia

- WIPO: <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>
- EURATEX: <https://euratex.eu/>
- DERWENT: <https://www.derwentinnovation.com>
- COMMISSIONE EUROPEA: https://ec.europa.eu/info/index_it
- CAMERA MODA: <https://www.cameramoda.it/it/>
- STATISTA: <https://www.statista.com/>
- IEC: <https://www.iec.ch/homepage>